

# **UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS**

**CARRERA DERECHO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SEMINARIOS**



## **TESIS DE GRADO**

**“MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA  
MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO  
DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”.**

Tesis de Grado para optar el título de Licenciatura en Derecho

POSTULANTE:

DILO MIGUEL ANGEL RIVEROS VALDEZ

TUTOR:

Dr. EULOGIO EXALTACION VILLENA SUCRE

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2014**

## **DEDICATORIA**

A mis papás por su ejemplo de esfuerzo, dedicación, trabajo y valores que me fueron inculcados en mi educación, así como también a todos los futuros investigadores que puedan continuar con este trabajo de investigación para la preservación del medio ambiente y el uso de energías limpias sostenibles en el tiempo que redundara en la preservación de la vida en el planeta.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero a Dios por esta oportunidad, y a todos los docentes y compañeros de la Facultad que hicieron posible este trabajo.

## RESUMEN ABSTRACT

Los derechos ambientales forman parte de los derechos humanos, porque para el desarrollo y buena salud del organismo humano es indispensable que exista calidad de vida y calidad ambiental. Bolivia, tiene entre sus metas más ambiciosas lograr la transformación de la matriz energética del país, en más del 50 por ciento, para dejar la dependencia de diesel, gasolina y GLP que son actualmente escasos, subvencionados y contaminantes, por lo que se infiere que las metas que se plantea el Gobierno actual, no están de acuerdo con las urgencias que demanda la pronta depauperación del medio ambiente en Bolivia, a consecuencia del uso excesivo de la gasolina principalmente en el medio de transporte masivo. El tema investigado se enmarca en el área del Derecho Medioambiental, nueva área del Derecho, que necesita ser más profundizada en la legislación nacional. La investigación se justifica porque es un tema que actualmente tiene relevancia social y jurídica, dado que en Bolivia se atraviesa una etapa en la que los hidrocarburos son comprados por el Estado a un alto precio y no existen los recursos estatales que permitan continuar subvencionando este combustible (1).

Esta investigación se sitúa en el tipo de tesis descriptiva-propositiva, en tanto, describe un problema y formula una propuesta.

A efectos de orientar la lectura del presente trabajo de investigación señalar que se podrá conocer primero el **Marco Histórico**, trabajo dividido en etapas de la evolución legislativa, aunque sucesivas, no se excluyen unas a otras. La evolución de las normas ambientales ha seguido diversas etapas, el Derecho Ambiental se desarrolló como lógica respuesta a la necesidad de explotar los recursos naturales en un marco de racionalidad, aprovechamiento sostenible y protección del ambiente.

La concentración de la población en grandes ciudades o grandes áreas metropolitanas ha supuesto la necesidad de dotación de un transporte colectivo eficiente para el desarrollo de la vida cotidiana de éstas. El smog de las grandes urbes ha impuesto la

necesidad de construir sistemas alternativos de transporte urbano no contaminante. El **Marco Teórico** permitirá conocer el tratamiento analítico del problema planteado en la presente investigación que requiere un adecuado marco jurídico-doctrinal y teórico-conceptual sobre el Medio Ambiente en especial. Bajo esta consideración, esta parte se desarrollan los elementos teórico-conceptuales que guiaron el desarrollo del tema y análisis del problema. El **Marco Jurídico** comprende los periodos de la evolución de la legislación ambiental en Bolivia más importantes, pudiendo ser divididas en 2 periodos, el primero correspondiente al periodo anterior a la Cumbre de Río de Janeiro, y el segundo, correspondiente al periodo que se abre en 1992, y la Legislación nacional referente a este trabajo de investigación. En lo que corresponde a la legislación comparada Argentina, Brasil, Paraguay, Perú y Nicaragua. En el **Marco Práctico** se describen los resultados encontrados en el trabajo de campo efectuado a través de la aplicación de encuestas, el mismo que ha permitido recabar información de quienes están directamente involucrados en el sector del transporte tanto público como privado. Para concluir con las conclusiones y propuesta, quedando abiertas las puertas para posteriores investigaciones, este trabajo de investigación sólo pretende ser un aporte a la solución de las urgentes necesidades de contar con un Medio Ambiente puro y saludable con la utilización de nuevas matrices energéticas, en defensa del Ecosistema y el Medio Ambiente que interesa a todos.

## INDICE

### **"MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE"**

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN ABSTRAC.....	III
<b><u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u></b>	
1. ENUNCIADO DEL TÍTULO DE LA TESIS.....	1
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
3. PROBLEMATIZACIÓN .....	3
4. DELIMITACIÓN DEL TEMA DE LA TESIS .....	3
4.1 DELIMITACIÓN TEMÁTICA .....	3
4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	3
4.3 DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	3
5. JUSTIFICACIÓN .....	4
6. OBJETIVOS .....	4
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
7. HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	5
7.1. VARIABLES .....	5
7.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	5
7.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	5
7.1.3 NEXO LÓGICO .....	5
8. MÉTODOS Y TÉCNICAS A UTILIZAR EN LA TESIS .....	6
8.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	6
8.2 MÉTODOS UTILIZADOS .....	8
8.2.1 Método Histórico .....	8
8.2.2 Método Inductivo .....	8
8.2.3 Método Teleológico jurídico .....	8
8.2.4 Método jurídico sistemático .....	8
8.3. SUJETOS DE INVESTIGACIÓN .....	9
8.4 TÉCNICAS UTILIZADAS .....	9

8.4.1	Encuesta .....	9
8.4.2	Análisis documental .....	9

## CAPÍTULO I

### MARCO HISTÓRICO

1.1	EL DESARROLLO DEL DERECHO AMBIENTAL .....	10
1.1.1	Evolución del derecho Ambiental .....	12
	a) El Derecho Romano y la naturaleza .....	12
	b) Derecho al uso .....	12
	c) Espíritu de las normas legales .....	13
1.1.2	Evolución del derecho ambiental en América Latina .....	15
1.2.	ANTECEDENTES DEL TRASPORTE AUTOMOTOR EN EL MUNDO	
1.2.1.	LA INVENCIÓN DEL AUTOMÓVIL .....	18
1.2.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS AUTOMÓVILES .....	19
	1.2.2.1 Método de propulsión .....	19
	1.2.2.2 Accionamiento eléctrico e híbrido .....	20
1.2.3	EL TRANSPORTE URBANO .....	21

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1	MEDIO AMBIENTE .....	25
2.1.1	CONCEPTO E IMPORTANCIA DEL MEDIO AMBIENTE .....	25
2.1.2	VISIÓN JURÍDICA DEL MEDIO AMBIENTE .....	27
2.1.3	DEFINICIÓN JURÍDICA DE DERECHO AMBIENTAL .....	30
2.1.4	CARÁCTER PÚBLICO DEL DERECHO AMBIENTAL .....	31
	2.1.4.1 CARÁCTER EXCEPCIONAL DE LAS NORMAS DEL DERECHO PRIVADO .....	32
2.1.5.	EL DERECHO A UN AMBIENTE SANO Y LIBRE DE CONTAMINACION .....	33
2.1.6	EL DERECHO AMBIENTAL ANTE SITUACIONES CONFLICTIVAS .....	35
2.2	DESARROLLO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE .....	39
2.3	EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE .....	43
2.4	LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA .....	44

2.4.1.	LA ATMÓSFERA .....	41
2.4.2.	FUNCIÓN DE LA ATMÓSFERA RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN .....	47
2.4.3.	EQUILIBRIO DE RADIACIÓN Y CALOR .....	48
2.4.4	PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA .....	49
2.4.5	TIPOS DE CONTAMINANTES DEL AIRE .....	50
2.4.6	GASES CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA .....	51
	2.4.6.1 Monóxido de carbono .....	52
	2.4.6.2 Dióxido de carbono .....	52
	2.4.6.3 Monóxido de nitrógeno .....	53
	2.4.6.4 Dióxido de azufre .....	53
	2.4.6.5 Metano .....	54
	2.4.6.6 Ozono .....	54
2.5.	EFFECTOS DE LOS GASES DE LA ATMÓSFERA EN EL CLIMA .....	55
2.6	LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR .....	56
2.7	PRINCIPALES CONSECUENCIAS PARA LA SALUD .....	63
2.8	EL ROL DEL ESTADO EN LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE AMBIENTE .....	65
2.9.	LOS BIOCOMBUSTIBLES .....	69
	2.9.1 DEFINICIÓN .....	69
	2.9.2 LOS BIOCOMBUSTIBLES MÁS INDUSTRIALIZADOS .....	71
	2.9.3 EL BIOETANOL COMO BIOCOMBUSTIBLE ALTERNATIVO A LOS HIDROCARBUROS .....	72
	2.9.4 EL BIODIÉSEL .....	76
	2.9.5 EL IMPACTO SOCIAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES .....	79
2.10.	EL IMPACTO SOCIO ECONOMICO DE LA PRODUCCIÓN DE OLEAGINOSAS EN BOLIVIA .....	80

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO JURÍDICO**

3.1	PERIODOS DE LA EVOLUCION LEGISLACION AMBIENTAL EN BOLIVIA .....	83
3.2.	DERECHO INTERNACIONAL DEL RÉGIMEN LEGAL DEL MEDIO	



	AMBIENTE .....	87
3.3.	LA CONSTITUCIÓN DEL ESTADO PLURINACIONAL Y EL DERECHO A UN AMBIENTE SANO Y LIBRE DE CONTAMINACION .....	88
3.4.	LEY DEL MEDIO AMBIENTE Nº 1333 .....	96
3.5.	REGULACIÓN NORMATIVA SOBRE LA CONTAMINACIÓN Y CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA DE LOS AUTOMOTORES .....	97
3.6.	Decreto Supremo No. 29563 .....	97
3.7.	Decreto Supremo No. 29629 .....	98
3.8.	Fundamento Jurídico .....	98
3.9.	Instituciones que Deben Cuidar el Medio Ambiente .....	100
3.10.	LEGISLACIÓN COMPARADA .....	100
3.10.1.	ARGENTINA .....	98
3.10.2.	BRASIL .....	99
3.10.3.	PARAGUAY .....	100
3.10.4.	PERÚ .....	100
3.10.5.	NICARAGUA .....	101

#### **CAPÍTULO IV**

##### **MARCO PRÁCTICO**

4.1.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	107
4.2	NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN BOLIVIA - LA PAZ .....	116
4.3	ANÁLISIS SOCIOLOGICO JURIDICO Y POLITICO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA PAZ – BOLIVIA .....	124
5.	CONCLUSIONES .....	128
6.	RECOMENDACIONES .....	132
7.	PROPUESTA .....	133
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	137
	<b>ANEXOS</b> .....	139

\*\*\*

# **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

# **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1. ENUNCIADO DEL TÍTULO DE LA TESIS**

**“MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”.**

## **2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Es la contaminación ambiental por el uso de combustibles de origen fosil (gasolina, diesel, y derivados).

Los derechos ambientales forman parte de los derechos humanos, porque para el desarrollo y buena salud del organismo humano es indispensable que exista calidad de vida y calidad ambiental. El cuidado del ecosistema y la atmosfera no deben ser alterados, destruidos o degradados. Los derechos también generan obligaciones y es importante respetar los derechos ajenos y no abusar de los propios, incluimos los deberes ambientales. Ver actual C.P.E. arts. 342, 108 (#16), art. 40 ley 1333 del medio ambiente.

Las transformaciones provocadas por el hombre en la naturaleza son tan bruscas que no es posible la adaptación de muchas especies a las condiciones ambientales y en especial las adversas que están causando el Calentamiento Global llamado también “Efecto Invernadero”, y el deterioro de la capa de ozono ( filtro protector contra las radiaciones ultravioletas y otras radiaciones del sol). En este marco, el Plan de Desarrollo Energético 2008-2027 de Bolivia, tiene entre sus metas más ambiciosas lograr la transformación de la matriz energética del país, en más del 50 por ciento, para dejar la dependencia de diesel, gasolina y GLP que son actualmente escasos, subvencionados y contaminantes, por otra matriz estructurada sobre la base de gas natural, y los

biocombustibles, que son más limpios, abundantes y menos dañinos para el medio ambiente <sup>(1)</sup>.

- El gas natural constituirá el 55 por ciento de la nueva matriz energética hasta dentro de 17 años, actualmente el aporte de ese hidrocarburo en el consumo nacional de energía es sólo del 18 por ciento. La Plataforma Energética indica que simultáneamente al incremento en el consumo del gas, el documento oficial fija como metas la reducción de la importación del diesel, la gasolina y el gas licuado de petróleo en la nueva matriz energética. De esta manera, hasta 2027 la preponderancia del diesel se reduciría del 27 al 11 por ciento, de la gasolina del 14 al 12 por ciento y del Gas Licuado de Petróleo (GLP) del 10 al 4 por ciento <sup>(2)</sup>.
- La proyección gubernamental señala también que en la nueva matriz energética, la biomasa disminuirá su participación del 17 al 11 por ciento y la electricidad del 11 al 8 por ciento, aunque esta última con mayor participación de la hidroelectricidad antes que de la termoelectricidad. Se indica que el cambio de la matriz se producirá fundamentalmente por la ejecución de **DOS PROGRAMAS**, el **primero** es el programa de sustitución de gasolinas y diesel oíl por gas natural en el sector de transporte y el **segundo** es el programa de sustitución de GLP, biomasa y electricidad por gas natural en el sector residencial y en los sectores productivos. “Al final del período se espera que el gas natural cubra el 55 por ciento del consumo final de energía, se reduzca el consumo de gasolina y el diesel a niveles muy inferiores a los actuales, para reducir la dependencia de la importación de líquidos”<sup>(3)</sup>.

Por lo que se infiere que las metas que se plantea el Gobierno actual, no están de acuerdo con las urgencias que demanda la pronta depauperación del medio ambiente en Bolivia, a consecuencia del uso excesivo de la gasolina principalmente en el medio de transporte masivo, la gran cantidad de

---

<sup>1</sup> Revista Académica de Economía. Observatorio de la economía latinoamericana, 2009. Pág. 22

<sup>2</sup> Id.

<sup>3</sup> Revista Académica de Economía. Observatorio de la economía latinoamericana, 2009. Pág. 23

automotores que cuenta el parque automotor en Bolivia a consecuencia de lo barato de la gasolina y el contrabando de vehículos, hace que se provoque un deterioro importante de eco-ambiente, en detrimento principalmente de la salud de la población que habita en las principales ciudades del país. Por ello, se considera importante considerar otras alternativas de energía alternativa para el parque automotor, principalmente orientadas a preservar el medio ambiente.

### **3. PROBLEMATIZACIÓN**

- ¿Qué mecanismos jurídicos serán necesarios implementar para impulsar el cambio de la matriz energética en el transporte público y privado, orientado a mitigar el deterioro del medio ambiente en el país, para controlar la contaminación del aire, de las aguas, los suelos agrícolas, fauna silvestre, y por ende la salud pública en las ciudades?
- ¿Qué tipos de combustibles serán menos dañinos al medio ambiente, evitando el calentamiento global del efecto invernadero, las lluvias ácidas y de los rayos ultra violetas?

## **4. DELIMITACIÓN DEL TEMA DE LA TESIS**

### **4.1 DELIMITACIÓN TEMÁTICA**

El tema investigado se enmarca en el área del Derecho Medioambiental, nueva área del Derecho, que necesita ser más profundizada en la legislación nacional. El objeto de investigación es el cambio de la matriz energética y la forma de procurar que ella se adecue a la realidad medioambiental del país.

### **4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La investigación es tipo longitudinal, aborda el hecho estudiado en el espacio de tiempo transcurrido entre los años 2009 y 2012.

### **4.3 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

La investigación se realizó en la ciudad de La Paz, porque en esta ciudad se encontraron las fuentes de información primaria y la posibilidad de efectuar entrevistas a los sujetos de la investigación como abogados o técnicos medio-ambientalistas.

## 5. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica porque es un tema que actualmente tiene relevancia social y jurídica, puesto que no se cuenta en nuestro ordenamiento jurídico con leyes expresas para el uso de combustibles menos contaminantes, en aplicación del **art. 40** de la Ley del Medio Ambiente **Nº 1333** (promulgada el 27 de abril de 1992), que a la letra señala: *“Es deber del Estado y la sociedad mantener la atmosfera en condiciones tales que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable”*. Bolivia atraviesa una etapa de auge del GAS que deberá aprovechar para un cambio de su MATRIZ ENERGÉTICA, que permita el uso de combustibles de uso sostenible en el tiempo como estrategia para el desarrollo energético de nuestro país.

Por otro lado también el problema de la degradación medioambiental (**por el uso de combustibles de origen fósil**), dando lugar a la emanación de gases tóxicos emitidos por los vehículos motorizados, que han permitido un agravamiento y daños ambientales, deteriorando la CAPA DE OZONO, aumentando el calentamiento del planeta, que si no se toman medidas adecuadas desde el Estado, podrían tener consecuencias negativas para el desarrollo sustentable en el país.

Al realizar este tema en las actuales circunstancias históricas significará aportar a la solución de un problema desde la óptica jurídica social y además logrará que puedan haber otras investigaciones que basadas en ésta puedan profundizar en el área de investigación del derecho ambiental.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los mecanismos jurídicos que serán necesarios implementar para lograr un cambio de la matriz energética en automotores del sector del

transporte, más eficiente y ágil, evitando una mayor degradación del medio ambiente

## **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explicar la posición constitucional vigente y la normativa en materia energética respecto al cambio de matriz energética en Bolivia.
- Elaborar un diagnóstico comparativo de la legislación de otros países en relación al campo energético y el cuidado del medio ambiente.
- Plantear una propuesta de visión jurídica equilibrada respecto al cambio de la matriz energética en el campo del autotransporte que permita mejor calidad de vida de los bolivianos.

## **7. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Una norma jurídica que impulse el desarrollo industrial de los biocombustibles como alternativa para el cambio de la matriz energética en automotores permitirá mayor protección a la vida.

### **7.1. VARIABLES**

#### **7.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

El incumplimiento de la normativa específica de protección al medio ambiente.

#### **7.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Mayor degradación del medio ambiente.

#### **7.1.3 NEXO LÓGICO**

Mitigará.

## 8. MÉTODOS Y TÉCNICAS A UTILIZAR EN LA TESIS

### 8.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se sitúa en el tipo de tesis descriptiva-propositiva, en tanto, describe un problema y formula una propuesta.

#### **Es descriptiva porque:**

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Por lo tanto, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga”<sup>4</sup>.

Desde el punto de vista de su enfoque es una investigación no experimental ya que, “...la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la Intervención directa del investigador.”<sup>(5)</sup>. En el presente trabajo se describió la actual situación del proceso de transformación de la matriz energética en Bolivia.

*La **matriz energética** se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos (matriz = fuente). **Wikkypedia/2013***

---

<sup>4</sup> HERNÁNDEZ SAMPIERI Y OTROS. Metodología de la Investigación. Ed. Mac Graw Hill. México. 1999. pág. 122

<sup>5</sup> Ibidem 1. Pág, 155



El análisis de la matriz energética es fundamental para orientar la planificación del sector energético con el fin de garantizar la producción, la seguridad energética y el uso adecuado de la energía disponible, como también nuevas fuentes energéticas.

El actual gobierno ya ha implementado el cambio de matriz energética para los bolivianos con la conversión a GNV de los motores a gasolina en el transporte automotor, cabe hacer notar que este combustible GNV no se puede utilizar en motores a diesel, además de establecer la urgencia de acelerar este proceso de implementación ya que el mismo afecta de manera importante al cuidado del medio ambiente en las ciudades y que incide en la salud de los habitantes de las mismas.

La presente investigación siendo de carácter descriptivo toma en cuenta el diseño general de una **investigación descriptiva** propuesta por Gary Jacob y Razevieh, es decir:

- Identificación y construcción los instrumentos para reunir los datos
- Identificación de la población de estudio y determinación del método de muestreo que se requiere.
- Diseño del procedimiento de obtención de datos
- Recopilación de los datos
- Análisis de los datos<sup>6</sup>.

**Es propositiva porque:**

- i. Se analiza la normativa nacional sobre el Medio Ambiente.
- ii. Se formula una propuesta para contribuir a la solución de un problema.

---

<sup>6</sup>Ary Donald, JacobsCheser, RazaviehAsghar. Introducción la investigación pedagógica Primera parte Fundamentos. Ed. Mac Graw Hill México 1994 Pág. 39.

## **8.2 MÉTODOS UTILIZADOS**

Se emplearon métodos generales propios de toda ciencia social y específicamente métodos que corresponden a la ciencia jurídica.

### **8.2.1 Método Histórico**

Este método permite la investigación de los antecedentes de un determinado fenómeno u objeto de la investigación. “presupone el estudio detallado de todos los antecedentes, causas y condiciones históricas en que surgió y se desarrolló un objeto o proceso determinado”<sup>7</sup> En el transcurso de la investigación fue utilizado en lo que significa el abordar el marco teórico.

### **8.2.2 Método Inductivo**

“La inducción es el método de obtención de conocimientos que conduce de lo particular a lo general, de los hechos a las causas.”<sup>8</sup>

Se emplea en el análisis del tema, ya que permitirá contrastar lo hallado en el marco teórico con los datos encontrados en el marco práctico para luego inferir conclusiones.

### **8.2.3 Método Teleológico jurídico**

Fue empleado en descubrir e interpretar los fines y propósitos de la norma constitucional referida a la propiedad de los recursos naturales.

### **8.2.4 Método jurídico sistemático**

Se examinó las normas jurídicas referidas al campo energético en Bolivia como un sistema en el que sus partes integrantes tendrán que ser coherentes entre sí, tratando de encontrarse factores que ayuden a su mayor eficacia.

---

<sup>7</sup> RODRÍGUEZ Francisco, Barrios Irina. Introducción a la Metodología de las Investigaciones Sociales. Editorial. Política La Habana - Cuba. 1984. pág. 39.

<sup>8</sup> Ibidem. Pág. 35.

También se empleó la encuesta que permitió recopilar información cualitativa en la fase del trabajo de campo.

### **8.3. SUJETOS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Transportistas urbanos sindicalizados de la ciudad de La Paz	100

A continuación se presenta el análisis del trabajo de campo. En cada ítem se describe el aspecto cuantitativo y luego la inferencia cualitativa. Para la técnica de recolección de datos se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

- Selección de las técnicas utilizadas en la investigación
- Elaboración de las guías e instrumentos de recolección de información
- Aplicación del trabajo de campo propiamente dicho
- Análisis de la información

### **8.4 TÉCNICAS UTILIZADAS**

#### **8.4.1 Encuesta**

Con base a la encuesta se recabó información consistente en relación a la opinión de los transportistas públicos y privados de la ciudad de La Paz, para evaluar su criterio en cuanto a la contaminación vehicular y la necesidad de un cambio de la matriz energética en el país.

#### **8.4.2 Análisis documental**

Se realizó un análisis documental en relación a los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz, como constatación de la urgente necesidad de crear mecanismos jurídicos para cambiar la matriz energética.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO HISTÓRICO**

### **“MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”**

#### **1.1 EL DESARROLLO DEL DERECHO AMBIENTAL**

Las primeras alertas o preocupaciones sobre el medio ambiente comenzaron a principios del siglo XX en los círculos académicos de los países industrializados, y después de la Segunda Guerra Mundial la discusión se propagó hacia otros países, hasta que en la década de 1970 se crearon los organismos mundiales encargados de la atención de los ecosistemas y de la adecuada explotación de los recursos naturales.

A partir de ese momento, los países del llamado Tercer Mundo empezaron a analizar la problemática ambiental, lo que derivó en la creación de organismos gubernamentales encargados de estos asuntos, así como en leyes protectoras de los recursos naturales y que regularon su manejo y explotación.

El Derecho Ambiental se desarrolló como lógica respuesta a la necesidad de explotar los recursos naturales en un marco de racionalidad, aprovechamiento sostenible y protección del ambiente. Su evolución ha sido rápida y progresiva, incorporándose paulatinamente en todas las ramas jurídicas y adquiriendo, a su vez, autonomía propia como disciplina vinculada con casi todas las ciencias.

Algunos de los acontecimientos que impulsaron el avance del Derecho Ambiental y que van creando y modificando conceptos fundamentales son los siguientes:

- **La bióloga norteamericana Rachel Carson (1962)**, fue quien fundó las bases del ecologismo moderno. La autora habla acerca de la gran cantidad de venenos en forma de insecticidas, plaguicidas y herbicidas que el hombre vierte al medio poniendo en peligro su supervivencia y la de todos los organismos que en él habitan.

- **La Conferencia de Estocolmo de 1972**, en la declaración de la Conferencia se menciona que en los llamados países del Tercer mundo, la mayoría de los problemas ambientales eran ocasionados por el subdesarrollo y por el contrario, en los países industrializados los problemas ambientales eran motivados por el desarrollo tecnológico. La conferencia declaró 26 principios, los más destacados, que los recursos naturales deben preservarse en beneficio de generaciones presentes y futuras; que los recursos renovables deben de emplearse de forma que se evite su agotamiento; que la descarga de sustancias tóxicas y la liberación de calor debe realizarse únicamente en cantidades que no causen daños irreparables a los ecosistemas; que deben destinarse recursos para la conservación y mejoramiento del medio; que se debe utilizar la investigación científica para evitar y combatir las amenazas al medio ambiente; y que debe fomentarse la educación en cuestiones ambientales, cabe señalar que con motivo de la apertura de la Conferencia de Estocolmo, el 15 de Diciembre de ese mismo año durante el XXVII periodo de sesiones, de la Asamblea General de Naciones Unidas estableció el 5 de junio como Día del medio Ambiente. Otra resolución, adoptada por la Asamblea General ese mismo día, conformó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)<sup>(10)</sup>.

Aunque 1972 marca el inicio de una época en el cuidado y preservación del medio ambiente, en los años subsiguientes las actividades encaminadas a encaminar los esfuerzos nacionales no llegaron muy lejos, ya que, aunque se avanzó en cuestiones de orden técnico y científico, en el plano político se continuó dejando de lado a las cuestiones ambientales, por lo que se fueron

agravando, entre otros problemas, el agotamiento de la capa de ozono, el calentamiento de la Tierra y la degradación de los bosques. En 1983, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), ante la evidencia de que la protección del Medio Ambiente se convertiría en una cuestión que ponía en riesgo la supervivencia, estableció la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Ésta, presidida por el noruego Gro Harlem Brundtland, llegó a la conclusión de que para satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, la protección del medio ambiente y el crecimiento económico tendrían que abordarse como una sola cuestión.

- **En la Cumbre para la Tierra de 1992** Como resultado del informe Brundtland, la ONU convocó a la conferencia sobre el Medio Ambiente y el desarrollo, que se celebró en Rio de Janeiro en Junio de 1992. La Conferencia, conocida como Cumbre de la Tierra, tuvo como objetivos sentar las bases para lograr un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras; y establecer una alianza mundial entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas para proteger la integridad del sistema ambiental<sup>(10)</sup>.

En la Cumbre se aprobaron tres grandes acuerdos: el programa 21, un plan de acción para promover el desarrollo sostenible; la Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el desarrollo, donde se establecieron 27 principios en los que se definen los derechos civiles y obligaciones de los Estados; y una declaración de principios relativos a los bosques, donde se instituyeron normas y criterios para la ordenación sostenible de los bosques en el mundo.

Dentro de los principios que se aprobaron en la Declaración de Rio destacan las siguientes ideas: para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo; los estados deben cooperar solidariamente para proteger y restablecer la integridad del ecosistema de la

tierra; los Estados deben reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas adecuadas; los Estados deben promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente; en las naciones debe efectuarse una evaluación del impacto nacional respecto de cualquier actividad que probablemente produzca un impacto negativo en el medio ambiente.

Después de la Cumbre de la Tierra, para apoyar a los gobiernos y a organismos de las Naciones Unidas a implementar acuerdos alcanzados, se estableció la Comisión Sobre el Desarrollo Sostenible, la cual se integró por representantes de 53 países elegidos entre los Estados miembros de las Naciones Unidas. La tarea principal de la Comisión es examinar la aplicación de los acuerdos alcanzados en la Cumbre para la Tierra, impartir orientación normativa a los gobiernos y a los grupos principales que realizan actividades relacionadas con el desarrollo sostenible y fortalecer el Programa 21.

- **El Protocolo de Kioto** es un instrumento internacional, consensuado en 1997 y auspiciado por la ONU, para luchar contra el cambio climático. El objetivo es que los países industrializados reduzcan en forma gradual sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que causan calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado de al menos 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir, entro en vigor el 16 de febrero de 2005<sup>(10)</sup>.

## **1.1.1 Evolución del Derecho Ambiental**

### **a) El Derecho Romano y la naturaleza**

Desde el punto de vista del derecho romano, los recursos naturales-la tierra, el agua, los yacimientos minerales, la flora, la fauna, los recursos panorámicos y el ambiente en sí- son, en términos generales, “res comuni”, es decir, cosas de la comunidad, que pueden ser empleadas por todos, salvo en cuanto hubieren determinado derechos particulares sobre pequeñas porciones individuales<sup>9</sup>.

Mientras los usos particulares de los recursos no afectaron en general la naturaleza (por ser relativamente idóneos para provocar verdaderos desastres ecológicos), ningún obstáculo legal o económico impidió el uso y el abuso de tales bienes.

### **b) Derecho al uso**

Mientras “el desastre ecológico” no existió, los malos usos de la naturaleza no fueron advertidos, ni por la técnica ni por la política, ni por el derecho. Y los principios de propiedad establecidos fueron eficientes para regular el uso de los bienes naturales.

Pero la estructura jurídica empezó a dar síntomas de obsolescencia e inoperancia y las leyes empezaron a disponer primero normas de uso técnico, que implicaron, antes que nada, normas morales incorporadas al derecho positivo.

### **c) Espíritu de las normas legales**

El Derecho regula la vida en sociedad aplicándose a los hechos producidos o derivados de las relaciones intersubjetivas con trascendencia jurídica. Esta regulación se realiza a través de la aplicación del conjunto de normas jurídicas

---

<sup>9</sup> UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES (UBA) – DERECHO. Op cit.  
10 DERECHO MEDIO AMBIENTAL – FELIX HUANCA AYAVIRI ( PG. 45)



que constituyen el derecho objetivo y positivo. La aplicación del Derecho debe consistir entonces en la culminación de un proceso lógico mental que se da desde una regla general hasta la adopción de una decisión particular. La aplicación de las normas jurídicas se caracteriza, de este modo, como manifestación de la vigencia del derecho. Pero el supuesto de hecho de la norma es siempre de carácter general en relación a la descripción del hecho al cual habrá de ser aplicado, surge entonces la necesidad de subsumir adecuadamente este último dentro de aquél, lo que se consigue a través de la interpretación.

Las Normas Jurídicas en las que el Derecho vigente se encuentra plasmado se expresan mediante el lenguaje, pero éste, al prescribir una norma, puede ser oscuro y/o dudoso, puede tener un trasfondo doctrinario y/o un sentido técnico, etc., en fin, puede a primera impresión expresar no precisamente la voluntad del legislador; de repente no con exactitud y probablemente hasta ni siquiera cercanamente puede no contener la intención que éste tuvo para sancionar la norma, o puede incluso ser reproducción cercana o fiel de una norma extranjera, en cuyo caso es posible que ni el legislador supiera el sentido exacto y cabal de la norma que habría puesto en vigencia. Los hechos, a su vez, pueden ser tan variados y diversos que no se dejan prever total e inequívocamente por las normas jurídicas.

Así como el lenguaje muchas veces puede no ser claro, las normas jurídicas, por tener que valerse del elemento lingüístico para expresarse, no escapan a esta posibilidad, a lo que contribuye la diversidad de los hechos. La doctrina, sin embargo, es casi unánime en considerar que al interpretar no estamos solamente ante una mera posibilidad de falta de claridad en el texto de la norma, puesto que la interpretación de las normas siempre está presente al momento de aplicar el derecho; por más que la norma que va ser objeto de interpretación no revista mayor complicación para desentrañar su significación y sentido.

Cabría, en todo caso, hablar de mayor o menor grado de dificultad para interpretar una norma jurídica, pero nunca de la posibilidad de prescindir de hacerlo, de tal modo que existirá siempre la ineludible necesidad de la interpretación de la norma jurídica.

Ante el vacío o deficiencia de la ley, que en sentido amplio y general debe entenderse como normas jurídicas (derecho positivo), se puede aplicar el Derecho recurriendo a los Principios Generales del Derecho y al Derecho consuetudinario. Por ello, sólo a través de las normas jurídicas se podrá aspirar, con la mayor expectativa de éxito, a encontrar la más definida voluntad de la ley para la solución del caso concreto que se quiere resolver mediante la aplicación del Derecho.

Pero queda entonces claro que la interpretación no tiene como objeto sólo la ley o la norma jurídica; es también objeto de interpretación el Derecho no codificado o no normado. Más aun, incluso los hechos son objeto de interpretación, por lo que se ha dicho que la Interpretación es una labor muchas veces planteada por una cierta situación social en una determinada realidad histórica<sup>(11)</sup>.

Un concepto moral, en el uso de la propiedad, empezó a exhibirse en la legislación, que tiende en primer lugar a restringir usos no sustentables. Pero el resultado de tal tipo de regulaciones no produce un efecto espectacular e inmediato. Al contrario, pese a las buenas intenciones del legislador no existen medidas plenamente efectivas de reacción, y así, en el mundo se presencia evidentes formas de uso no sustentable de difícil corrección por la legislación.

---

11 "Automóvil", en diccionario de la lengua española (22 Ed.)Real Academia Española (2010)

## d) Nuevas regulaciones

Nace entonces un verdadero ilícito de daño civil aplicable a la destrucción de la naturaleza, especie que en lo particular admite incluso un ilícito penal.

Para resolver la situación, crea y regula el Estado diversas formas de impuestos, gravámenes, y servicios económicos, cuya base moral cabe cuestionar, dado que debe pensarse primero en resolver la situación producida, en la que los actuales contribuyentes no han sido los causantes del daño.

Frente a tal aserto, cabe fijar nuevas pautas. Buscar a su vez que sean justas. Evitar que deban afrontar el pago de tributos quienes no provocaron el daño. Y, al contrario, garantizar la justicia de la contribución en quienes lo hubieran provocado.

### 1.1.2 EVOLUCIÓN DEL DERECHO AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA

En la evolución del derecho ambiental en América Latina es posible distinguir tres periodos: **el primero** comprende el prolongado interregno (es una interrupción en la normal sucesión de los monarcas, como los reyes, papas o emperadores), y Sede de producción legislativa iniciado en el siglo XIX con la promulgación de las primeras constituciones y códigos civiles.

Herederas de disposiciones dispersas sobre el uso de los recursos naturales, las piezas legislativas promulgadas en este período, ajenas a consideraciones ecológicas y, especialmente, al concepto de derechos ambientales, operaron más como filtro burocrático para asegurar el control de la oferta ambiental que como mecanismo de administración pública.

La Conferencia sobre el Medio Humano celebrada en Estocolmo en 1972 inauguró **un segundo período** en la historia de la normativa ambiental latinoamericana.

En menos de una década se iniciaron proyectos para recuperar y sistematizar elementos de derecho ambiental esparcidos en multitud de decretos y

reglamentaciones sobre los recursos naturales renovables y no renovables, reunir piezas de legislación dispersas sobre los recursos naturales, la salud pública, las aguas, los bosques, la caza, la pesca, el control sanitario y el sistema de parques nacionales.

Este proceso condujo, en algunos casos, a la promulgación de códigos ambientales o marcos normativos de legislación ambiental. Entre **1974 y 1990** varios países adoptaron una ley marco en asuntos ambientales.

Aunque la perspectiva patrimonial del ambiente mantuvo su hegemonía, durante este período se gestaron concepciones críticas sobre el modelo de desarrollo dominante en América Latina y se ensayaron metodologías para incorporar la "dimensión ambiental" en los planes y proyectos de desarrollo.

Si bien durante este período cada país contaba, por lo menos, con una agencia gubernamental dedicada al manejo de los recursos naturales y el control ambiental, esta época se caracterizó por la ausencia de voluntad política y por la falta de una significativa inversión pública para hacer efectiva la protección ambiental.

Por regla general en la práctica administrativa de la mayoría de estos países la protección del ambiente fue una tarea secundaria, desligada de las restantes prioridades públicas de la planeación económica nacional.

La dimensión ambiental no estuvo incorporada en las políticas económicas, de asentamientos humanos y ordenamiento territorial, mientras que el nivel de «conciencia ambiental» fue especialmente bajo entre los ejecutores de decisiones públicas.

La percepción de la crisis ambiental a escala mundial fue contemporánea del reporte «Nuestro Futuro Común» de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, con cuya publicación en **1987** se inicia el proceso global de interés

ambiental a escala planetaria que concluye cinco años más tarde con la **Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992)**.

El **tercer periodo** en la evolución del derecho ambiental latinoamericano fue contemporáneo de este proceso de institucionalización política del ideario ambiental que, en el orden jurídico se ha distinguido, especialmente, por el reconocimiento del derecho a un ambiente sano y su consagración como derecho fundamental y/o colectivo en las constituciones de la mayoría de los países de la región.

Entre los diferentes países del continente no existe uniformidad en cuanto al grado de desarrollo de sus instrumentos legales y de política ambiental.

Esta diferencia se extiende a todos los estratos de la jerarquía normativa y a las múltiples materias reguladas, y la consolidación de algunos de sus muchos aspectos, como la adopción de una ley nacional del ambiente por el Estado respectivo, o el nivel de participación ciudadana en la gestión ambiental, pueden ser indicadores para determinar la madurez o desarrollo del sistema jurídico ambiental en un país dado.

La adopción de una ley orgánica o ley marco ambiental es un prerrequisito para garantizar la existencia de un sistema jurídico coherente de política y gestión ambiental y en este sentido las diferencias se han disipado en la última década, pues 17 de los 20 países de la región cuentan con una ley marco ambiental, y aquellos que aún no la poseen están comprometidos en su formulación. Esto ha llevado a Raúl Brañes a considerar que el balance del derecho ambiental en la región es alentador.

**En este orden de ideas el paso más significativo ha sido la consolidación en la década de los noventa de la tendencia a elevar los principios ambientales a rango constitucional.**

En las constituciones de los países latinoamericanos se encuentran, en primer lugar, preceptos que consagran el dominio público y la propiedad del Estado sobre el ambiente y los recursos naturales del país; en segundo lugar, principios de política ambiental y, finalmente, aquellos que reconocen el derecho al ambiente como derecho fundamental, colectivo o social, así como principios de equidad inter generacional y «derechos de la naturaleza».

Otro avance significativo ha sido la consagración de instrumentos y remedios legales de justicia constitucional para garantizar los derechos humanos que han estimulado la democratización del acceso a la justicia como vías efectivas y eficientes para garantizar la protección de los derechos fundamentales.

La normativa penal ecológica se viene perfilando como un campo especializado del derecho penal y la política criminal en medio ambiente es un tema significativo en la agenda académica.

Otro campo no menos desafiante es el **transporte motorizado**, “núcleo duro” de la gestión ambiental, entre cuyas externalidades deben contabilizarse tanto por los graves impactos sobre la calidad del aire en las ciudades y su contribución al incremento de los gases de efecto invernadero como sus costos sociales.

## **1.2. ANTECEDENTES DEL TRASPORTE AUTOMOTOR EN EL MUNDO**

### **1.2.1. LA INVENCION DEL AUTOMÓVIL**

El término automóvil (del idioma griego auto "uno mismo", y del latín mobilis "que se mueve") se refiere principalmente a un vehículo autopropulsado por un motor propio y destinado al transporte terrestre de personas o mercancías sin necesidad de carriles.

El automóvil patentado en 1886 por Karl Benz: primer coche en fabricarse con motor de combustión interna, se inventó en la ciudad alemana de Mannheim en 1886. Poco después, otros pioneros como Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach, presentaron sus propios modelos.

El primer viaje largo en un automóvil lo realizó Bertha Benz en 1888, al ir de Mannheim a Pforzheim, ciudades separadas entre sí por unos 105 km. Cabe destacar que fue un hito en la automovilística antigua, dado que un automóvil de esta época tenía como velocidad máxima unos 20 km/h, gastaba muchísimo más combustible de lo que gasta ahora un vehículo a esa misma velocidad y la gasolina se compraba en farmacias, donde no estaba disponible en grandes cantidades.

En 1910, Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje, sistema totalmente nuevo e innovador que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables de automóviles con las siguientes características: (4 puertas, para 5 pasajeros, transmisión, caja, corona, suspensión por muelles, con tren delantero llamados Tipo T, estándar, marca Ford), del tipo Sedan Clásico.

En el siglo XX la formación e instalación de grandes corporaciones de fabricantes ha dado un gran impulso a la producción de vehículos tanto para el uso particular como para el transporte público y de mercancías, así como la exportación a terceros países. Con el crecimiento económico de los últimos años se espera que Brasil y Argentina alcancen en poco tiempo cotas de utilización de vehículos al mismo nivel que los países más desarrollados.

## 1.2.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS AUTOMOTORES

Los principales elementos que componen un automóvil son los siguientes:

- Estructura (Carrocería, Cabina)
- Neumáticos
- Motor (Grupo Moto propulsor: motor, embrague, caja de cambios)
- Transmisión (Caja, Corona, Tren delantero, Punta ejes)
- Frenos
- Dirección
- Suspensión (Amortiguadores, chasis, muelles)
- Sistemas auxiliares de seguridad y confort (Asientos reclinables, Cinturones de seguridad).

### 1.2.2.1 Método de propulsión

Los automóviles se propulsan mediante dos tipos de motores que son:

**a. Motor térmico:** El combustible reacciona como un comburente, normalmente el oxígeno del aire, en una combustión dentro de un motor de combustión. Mediante dicha reacción exotérmica, parte de la energía de los enlaces químicos de los reactivos es liberada en forma de energía térmica que, mediante un proceso termodinámico, se transforma parcialmente en energía mecánica. En automoción, los motores térmicos más utilizados son los motores de combustión interna, especialmente los alternativos motores Otto y motores diesel, aunque también se utilizan motores rotativos Wankel.

**b. Motor eléctrico:** se utilizan baterías que admiten varios ciclos de carga y descarga. Durante la descarga, la energía interna de los reactivos es transformada parcialmente en energía eléctrica. Este proceso se realiza mediante una reacción electroquímica de reducción-oxidación, dando lugar a la oxidación en el terminal negativo, que actúa como ánodo, y la reducción en el terminal positivo, que actúa como cátodo. La energía eléctrica obtenida es transformada por el motor eléctrico en energía mecánica. Durante la carga, se



proporciona energía eléctrica a la batería para que aumente su energía interna y la reacción reversible de oxidación-reducción se realiza en sentido opuesto al de la descarga, dando lugar a la reducción en el terminal negativo, que actúa de como cátodo y la oxidación en el terminal positivo que actúa como ánodo.

### **1.2.2.2 Accionamiento eléctrico e híbrido**

Recientemente se ha comenzado a producir en serie automóviles con motor eléctrico. Si bien la autonomía de estos vehículos es aún limitada debido a la poca carga eléctrica almacenable en las baterías por unidad de masa, en un futuro esa capacidad podría aumentarse. El nivel de contaminación depende de cómo se genere la electricidad utilizada y de las fuentes de energía primaria que se utilicen.

También se ha comenzado la comercialización de automóviles híbridos, que poseen un motor eléctrico principal (o uno en cada rueda). Además tienen un motor térmico de pistones o turbina que mueve a un generador eléctrico a bordo, para recargar las baterías mientras se viaja, que funciona cuando las baterías se descargan. Las baterías se recargan con la energía proporcionada por el generador eléctrico movido por el motor térmico o al frenar el automóvil con frenos regenerativos.

En Europa se está extendiendo entre los consumidores la tendencia a comprar coches que generen menos contaminación, uno de los mayores problemas actuales en el mundo y estrechamente relacionado con el cambio climático.

### **1.2.3 EL TRANSPORTE URBANO**

La concentración de la población en grandes ciudades o grandes áreas metropolitanas ha supuesto la necesidad de dotación de un transporte colectivo eficiente para el desarrollo de la vida cotidiana de éstas. En los últimos años en los grandes núcleos urbanos de España **(que tiene una superficie de 504.782**

**Km<sup>2</sup>**), se ha procedido a la implantación de servicios ferroviarios de cercanías para el traslado al trabajo y otra serie de actividades de grandes cantidades de población residentes en el extrarradio de la ciudad. Además, las ciudades normalmente cuentan con extensas redes de autobuses con la utilización de biocombustibles, en los casos de Madrid, Barcelona y Bilbao, hay redes de ferrocarril metropolitano para el desplazamiento de sus habitantes, evitando de esta manera el uso de combustibles altamente contaminantes.

El smog de las grandes urbes ha impuesto la necesidad de construir sistemas alternativos de transporte urbano no contaminante, por ejemplo los trenes eléctricos (tipo bala), y teleféricos. Si bien el único metro o subterráneo existente en América Latina durante muchas décadas fue el de Buenos Aires, su primera línea se construyó en 1911, en la actualidad cuentan con este medio de transporte las ciudades de Santiago de Chile, México D.F., Río de Janeiro, São Paulo y Caracas.

El espacio físico propuesto en la investigación de la presente tesis está delimitado expresamente a la ciudad de La Paz, que seguramente redundara en beneficio de todo el país <sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> “Automóvil”, en diccionario de la lengua española (ed.22) – Real Academia Española (2010)

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### “MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”

El "**marco teórico**" (o conceptual): Es la fase más importante del presente trabajo de investigación, consistió en desarrollar la teoría que fundamenta el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado. Existen numerosas posibilidades para elaborarlo, la cual depende de la creatividad del investigador. Toda vez que se ha seleccionado el tema objeto de estudio y se han formulado las preguntas que requiere la investigación, el siguiente paso consiste en realizar una revisión de la literatura sobre el tema. Lo que permitió buscar las fuentes documentales que permitieron detectar, extraer y recopilar la información de interés para construir el presente marco teórico pertinente al problema de investigación planteado.

El tratamiento analítico del problema planteado en la presente investigación requiere un adecuado marco jurídico-doctrinal y teórico-conceptual sobre el Medio Ambiente. Bajo esta consideración, en el presente capítulo se desarrollan los elementos teórico-conceptuales que guiaron el desarrollo del tema y análisis de la presente tesis.

## 2.1 MEDIO AMBIENTE

### 2.1.1 INTRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DEL MEDIO AMBIENTE

El uso generalizado de términos *ambiente* y *medio ambiente* ha sido indistinto en las diferentes áreas del conocimiento humano, dependiendo del campo donde se aplique. Por la naturaleza del presente trabajo es necesario

establecer las bases doctrinales del derecho humano al medio ambiente, por ello se citan conceptos desde diversos puntos de vista:

El estudio del medio ambiente, también es importante para preservar el equilibrio ecológico, que afecta de manera directa a la calidad de vida del ser humano, y que en caso de perder la condición de equilibrio, el futuro de la humanidad se verá seriamente afectado.

**“El medio ambiente es el conjunto de parámetros externos (sean seres vivos o inertes) que, en forma directa o indirecta, y a corto y largo plazo, pueden tener una influencia en la calidad de vida del hombre”.**<sup>10</sup>

El concepto de medio ambiente se usa para indicar: “Un conjunto de influencias del exterior sobre un organismo, población o comunidad biótica. Es decir el conjunto de seres abióticos y bióticos (seres vivos o inertes) potencialmente capaces de influir sobre un organismo, todo lo que nos rodea; la luz, las plantas, el suelo la humedad, etc”.

Si se definen los términos, medio y ambiente, por separado, se encuentra que son sinónimos, y que su uso conjunto se da sólo por convención.

**Los términos medio y ambiente significan lo siguiente**<sup>11</sup>:

- **“ Medio** : Elemento en donde vive o se mueve un Organismo.
- **Ambiente** : Fluido que rodea a un cuerpo. Circunstancia que rodea a personas o cosas”

---

<sup>10</sup>VOGEL, Enrique y otros (2000). Contaminación, contaminantes y ambiente. Universidad de Barcelona. España. p. 409.

<sup>11</sup>Véase Conceptos Ambientales (<http://derechoambiental.iespana.es/EL%20AMBIENTE.doc>, consultado en fecha 03/03/09)

## **2.1.2 VISIÓN JURÍDICA DEL MEDIO AMBIENTE**

Resultan evidentes los impactos como consecuencia del progreso científico-técnico actual sobre la naturaleza. El crecimiento demográfico y la explotación indiscriminada de los recursos naturales constituyen una amenaza no sólo para la supervivencia de la especie humana, sino para toda la vida.

Hoy en día todos los países muestran preocupación por los problemas ambientales y que amenazan con ser cada día mayores y más complejos. Sin embargo no existe una colaboración intencionada en pos de resolver un asunto que afecta a todos y cada uno de los habitantes, motivos por los cuales y con independencia de lo que podamos hacer para mantener al menos fuera de peligro medio ambiente, los Estados están en la obligación de establecer normas que regulen determinadas cuestiones en aras de aliviar al menos los males que afrontamos.

Preocuparse no es lo importante, ocuparse es lo que realmente se necesita para llevar a cabo la tarea, pues “no heredamos esta tierra de nuestros antepasados, la tomamos prestado de nuestros hijos” (1). Variados son los problemas que afectan al medio ambiente y variadas las formas en las que el hombre ha incidido y a veces dañado inconscientemente la salud ambiental, cuestión que de una forma u otra está impune y llevando al límite la vida. Una muestra de estos daños se hace visible en la actividad pesquera; tan antigua casi como la existencia misma del hombre.

Desde el surgimiento de la vida terrestre, la naturaleza ha proporcionado todo lo que se necesita para subsistir, sin embargo el hombre ha pagado con actos que van contra el normal desarrollo natural, al punto que atenta contra su propia vida. Un ejemplo de esto es la pesca ilegal, actividad en la que el hombre sin pudor alguno arrasa, indiscriminadamente, no solo con determinadas especies marinas, sino también con los suelos, causando un daño irreversible al medio ambiente. ///// **La Gaceta Jurídica / Joao Domingos Víctor\*, Yomisel Gallndo Rodríguez, Alcides Antúnez Sánchez\***

El Derecho Ambiental se **desarrolla en el marco de la implementación de los objetivos de la Cumbre de Río de Janeiro**. Este Derecho es parte del Derecho Internacional se ocupa del desarrollo jurídico multilateral y bilateral, originado en Tratados y Convenios. Pero también tiene una faz nacional que representa las particularidades propias de cada Estado.

El **Derecho Ambiental como un derecho positivo**, está constituido por un conjunto de normas jurídicas que regulan las conductas humanas que influyen, de una manera relevante en los procesos de interacción que tiene lugar entre los sistemas de los organismos vivos y sus sistemas de ambiente, mediante la generación de efectos de los que se espera una modificación significativa de las condiciones de existencia de dichos organismos.

Por su lado, **Horacio D. Rossatti, define esta área del Derecho como “la interacción del conjunto de elementos naturales, artificiales y culturales que propician el desenvolvimiento equilibrado de la vida en todas sus formas”**.

**Silvia Jaquenod**, agrega que: “el Derecho Ambiental y, más específicamente, la legislación ambiental, es entendida como un sistema orgánico de normas que contemplan las diferentes conductas protectoras o agresivas del ambiente (sean directas o indirectas, para prevenirlas o reprimirlas), puede estructurarse internamente sobre la base de categorías de comportamientos que son capaces de repercutir, positiva o negativamente, sobre los distintos elementos objeto de protección jurídica”.

A partir de esas definiciones se puede señalar que la principal función del Derecho Ambiental al regular las conductas del hombre en su entorno natural, norma hábitos que nos enfrentan a diversos fenómenos como el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento global del planeta, la deforestación, la contaminación transfronteriza y la contaminación por desechos químicos, entre otros. Son problemas que al ser de trascendencia y afectación global, amenazan a toda la Humanidad.

**En este marco, se delimitó el concepto jurídico de medio ambiente catalogándolo en tres posibles versiones:**

- *en cuanto conservación del paisaje, incluyendo tanto las bellezas naturales como los centros históricos;*
- *el medio ambiente en cuanto normativa relacionada con la defensa del suelo, del aire y del agua; y*
- *el ambiente en cuanto objeto de disciplina urbanística”.*<sup>12</sup>

Al abordar el concepto jurídico de medio ambiente se pone en cuestión incluso el carácter reiterativo del término medio ambiente (dice que sería mejor ambiente, a secas ya que los considera sinónimos). “Parece que el término es producto del lenguaje administrativo que se caracteriza por preferir la expresión más prolija a la más breve. En cuanto al contenido del concepto, debido a la fuerza atractiva de lo ambiental, se tiende a la adopción de un concepto amplísimo, inabarcable de medio ambiente, ya que, si nos atenemos a la realidad, ambiente es todo lo que nos rodea. Pero, este concepto tan amplio debilitaría su valor jurídico. Según el autor, el objetivo de los ordenamientos jurídicos debe ser acotar qué bienes pueden calificarse de ambientales”.<sup>13</sup>

**Respecto al derecho al ambiente, el constitucionalista portugués Gomes Canothilo sintetiza en tres las opiniones doctrinales al respecto:**

- **Primera:** *aquella que lo considera derecho subjetivo y fundamental (doctrina portuguesa y parte de la española).*
  
- **Segunda:** *la que lo cataloga como interés difuso (gran parte de la doctrina italiana).*

---

<sup>12</sup>de Zsögön, Jaquenod. (1997). Derecho Ambiental y sus Principales Rectores. Editorial Dykinson. España. p. 88.

<sup>13</sup>LANEGRA Iván. (2008). Derecho Ambiental. Dialogo y debate sobre Derecho y Política Ambiental. Perú. p. 54.

- **Tercera:** la que concibe el derecho al ambiente como fin del Estado, considerando su dimensión objetiva que impone obligaciones a los poderes públicos. (Gomes Camotillo, 1995).

**El problema para definir el derecho al medio ambiente desde el punto de vista jurídico es que se trata de una definición muy amplia este autor indica que:** “Hay que perfilarlo y acortarlo según las circunstancias, consiguiendo una definición lo suficientemente amplia como para abarcar el medio ambiente, pero lo suficientemente precisa como para poder resolver el caso de su cuidado y preservación. Una declaración de principios es un listado pragmático, un deseo necesario, importante para entender el ordenamiento jurídico pero se tiene que avanzar más y llevarlo a la práctica”<sup>14</sup>.

### **2.1.3 DEFINICIÓN JURÍDICA DE DERECHO AMBIENTAL**

El abordaje jurídico del medio ambiente, ha dado lugar al desarrollo del Derecho Ambiental como una de las ramas específicas del Derecho en General.

**“Se define al Derecho Ambiental como al conjunto de normas que inciden sobre conductas individuales y sociales para prevenir, encauzar, remediar y sancionar las perturbaciones sobre bienes o elementos naturales de titularidad común y características dinámicas: agua, aire, suelo, fauna y flora”.**<sup>15</sup>

El Derecho Ambiental si bien es una nueva rama del Derecho, para **Augusto Menéndez**, por su carácter interdisciplinario, se nutre de los principios de otras ciencias, para éste autor también es una nueva rama interdisciplinaria del

---

<sup>14</sup>PIGRETTI, Eduardo A. (1993). “Derecho Ambiental”, Ediciones Depalma. Buenos Aires – Argentina.

<sup>15</sup>Entonces se debe entender que es el conjunto de principios y normas jurídicas que regulan las conductas individual y colectiva con incidencia en el ambiente.



Derecho que está relacionada tanto con el derecho público como con el privado.<sup>16</sup>

***La evolución de las normas jurídicas ambientales ha seguido diversas etapas que según Augusto Menéndez, se pueden dividir en<sup>17</sup>:***

**La primera**, comprende los preceptos orientados en función de los usos de un recurso.

**La segunda**, más evolucionada, encuadra la legislación en función de cada categoría o especie de recurso natural, coordinando los distintos usos.

**La tercera**, orienta la normativa hacia el conjunto de los recursos naturales.

**La cuarta** etapa toma en consideración el entorno como conjunto global y atiende a los ecosistemas. Estas etapas de la evolución legislativa, aunque sucesivas, no se excluyen unas a otras”.

Como se puede observar, el Derecho Ambiental ha ido cada vez llenando vacíos jurídicos en aras de una normativa más interdisciplinaria e integral, para una gestión más efectiva en la protección del medio ambiente.

#### **2.1.4 CARÁCTER PÚBLICO DEL DERECHO AMBIENTAL**

Dado que la protección del ambiente necesariamente debe ser promovida y tutelada por el Estado en todas sus instancias, el Derecho Ambiental adquiere un carácter público, considerando que su aplicación forma parte de las competencias de las autoridades gubernamentales dispuestas por Ley.

El Derecho Público es la rama del Derecho compuesta por el conjunto de principios y de normas legales que tienen por objeto regular<sup>18</sup>:

---

<sup>16</sup>Véase Derecho Ambiental (<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DerAmb.htm>, consultado en fecha 03/03/09)

<sup>17</sup> PIGRETTI, Eduardo A. (1993). “Derecho Ambiental”, Ediciones Depalma. Buenos Aires – Argentina. p. 39.

<sup>18</sup> PIGRETTI, Eduardo A. op cit. p. 40.

- 1) Las relaciones del Estado con otro u otros Estados;
- 2) Las actividades del Estado, de las instituciones públicas y de sus representantes y servidores públicos;
- 3) La actividad del Estado en sus relaciones con las personas naturales o jurídicas; y
- 4) Las actividades de las personas naturales y jurídicas cuando estas tienen un interés general, común o afectan a intereses públicos.<sup>19</sup>  
(Quiroz Roberto. Apuntes de Derecho Procesal.2007. Documento no Publicado)

La preservación y cuidado del medio ambiente, será siempre de orden e interés público, lo cual da lugar a la existencia y ejercicio de un poder de autoridad ambiental pública, es decir, tutelada por el Estado.

#### **2.1.4.1      Carácter excepcional de las normas del derecho Privado**

Se habla de participación de los privados, participación ciudadana en el diseño de normativa jurídica medioambiental, se puede decir que es el proceso mediante el cual las personas como las comunidades organizadas y toda forma de organización social intervienen de forma ordenada y continúa en la formulación, elaboración, toma de decisiones y ejecución de las directrices básicas sobre medio ambiente todo esto por la responsabilidad, derecho y obligación de las personas de participar en los lineamientos jurídicos del derecho a un medio ambiente sano <sup>19</sup>.

Por tanto, la gestión ambiental no solo debe ser responsabilidad de las autoridades gubernamentales, sino de toda la sociedad en su conjunto, deben participar de ella, instituciones públicas y privadas, personas naturales o personas jurídica. ***Al respecto Bastón señala:***

---

<sup>19</sup> Véase QUIROZ Roberto. Apuntes de Derecho Procesal.2007. Documento no Publicado

“Algunas normas del Derecho Ambiental, se relacionan con el Derecho Privado, cuando articulan la participación de los privados en la gestión ambiental, como es la participación ciudadana en ámbitos urbanos para proteger el ambiente, o cuando las normas están referidas a la gestión ambiental que debe realizar una empresa industrial para evitar que sus actividades dañen el medio ambiente que la circunda”.<sup>20</sup>

### **2.1.5 UN AMBIENTE SANO Y LIBRE DE CONTAMINACIÓN**

La protección del medio ambiente es un interés difuso o colectivo por lo que al ser reconocido como Derecho por el ordenamiento jurídico pasa a ser tanto un Derecho colectivo como un Derecho individual. En este sentido, muchas Constituciones Políticas aseguran a todas las personas y colectividades el Derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

El reconocimiento del ambiente sano y libre de contaminación tiene como a uno de sus fuentes de origen a la Declaración de Lisboa de febrero de 1988, emitida en el marco de la "Conferencia Internacional sobre garantías del Derecho Humano al Ambiente", exhorta al reconocimiento del derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado a toda persona humana, así como también a que los Estados creen los mecanismos jurídicos necesarios para que cada individuo pueda ejercer su respectivo derecho a habitar en un ambiente digno y respetuoso de los grandes equilibrios ecológicos. Ver art. 33 de la C.P.E.

El grupo de expertos en derecho ambiental de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo elaboró un conjunto de principios jurídicos para la protección del medio ambiente y el desarrollo duradero y consideró en la parte que corresponde a "Principios, Derechos y Deberes Generales" uno de ellos

---

<sup>20</sup> VALLS, Mario (1994). Derecho Ambiental. Tercera Edición. Edit. Temis. Buenos Aires. P. 67.

como un derecho humano fundamental: *"Todos los seres humanos tienen el derecho fundamental a un medio ambiente adecuado para su salud y su bienestar"*. Se puede observar, pues, la preocupación de las sociedades por lograr la consolidación del derecho al ambiente como un derecho humano.

Este derecho significa que cada mujer, hombre, joven y niño tienen derecho a un medio ambiente seguro y saludable, así como a otros derechos humanos fundamentales relacionados a un medio ambiente saludable. **El derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado se caracteriza por tener dos dimensiones que son su contenido básico a) El derecho a preservar la vida individual en un entorno adecuado, y b) El derecho de la especie a subsistir en las generaciones futuras en un entorno adecuado.**

Este contenido involucra necesariamente la dimensión biológica del ser humano. Es decir, se trata de un derecho de la persona como ser biológico, y que tiene una dimensión social y una dimensión individual. El derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado implica tanto la preservación del derecho a la vida, como garantizar este derecho a las futuras generaciones. Sin embargo, su contenido es esencialmente relacional, lo que implica no solo el desarrollo biológico en forma aislada, sino el desarrollo biológico en perfecta relación con el entorno que lo permite.

De la misma forma, se puede establecer claramente que la conservación de la vida, implica la conservación biológica del ser humano y, por tanto, involucra el derecho a la integridad física en su desde una perspectiva individual y el derecho a la salud en una perspectiva social. De allí que las personas, la sociedad y el Estado (en la comunidad Internacional) tienen absoluta co-responsabilidad en la garantía y ejercicio de este derecho.

**Según Ortega**, el derecho a un ambiente sano y libre de contaminación tiene 2 características fundamentales que son:

**1. Es un derecho humano es de Tercera Generación.** Siguiendo la tradicional clasificación de los expertos de las Naciones Unidas podemos afirmar que el Derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado en la medida que históricamente es posterior a los Pactos Internacionales de Derechos Humanos (aspecto cronológico y formal) y es un derecho orientado a la cooperación y responsabilidad de la comunidad internacional así como de la estructuración de un nuevo orden económico (aspecto estructural),

**2. Es un derecho de ejercicio colectivo – individual**(Aspecto subjetivo) En este sentido cabe resaltar nuestra diferencia en un derecho individual – colectivo, de un derecho colectivo individual, en el sentido que de la prioridad en el ejercicio. Por ejemplo, en el primer caso el derecho a la libertad individual determinará su ejercicio colectivo; en el segundo caso el ejercicio colectivo individual, es un nuevo tipo de derechos que para ser ejercido individualmente tienen que ser garantizado a una colectividad. En el caso del ambiente, el derecho al ambiente no puede ser ejercido individualmente, si antes no se garantiza un ambiente sano y ecológicamente equilibrado a todos”.

El derecho a un ambiente sano y libre de contaminación o ecológicamente equilibrado tiene también dos dimensiones que son su contenido básico. Es el derecho a preservar la vida individual en un entorno adecuado, y es el derecho de la especie a subsistir en las generaciones futuras en un entorno adecuado.

“El derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado implica tanto la preservación del derecho a la vida, como garantizar este derecho a las futuras generaciones. Sin embargo, su contenido es esencialmente relacional, lo que implica no solo el desarrollo biológico en forma aislada, sino el desarrollo biológico en perfecta relación con el entorno que lo permite. De la misma forma, se puede establecer claramente que la conservación de la vida, implica la conservación biológica del ser humano y, por tanto, involucra el derecho a la integridad física en su desde una perspectiva individual y el derecho a la salud en una perspectiva social. De allí que las personas, la sociedad y el Estado (en

la comunidad Internacional) tienen absoluta co-responsabilidad en la garantía y ejercicio de este derecho”.

***El derecho a un Medio Ambiente sano es un derecho subjetivo de carácter universal y por lo tanto exigible erga omnes***, esta calidad del referido derecho es muy difícil de contradecir porque el derecho a la integridad física y a la vida pueden ser afectados si el medio ambiente natural es alterado, afectando directamente a la vida y a la integridad de las personas. Pero no es sólo un derecho personalísimo, sino también un derecho colectivo, ya que el daño al medio ambiente afecta también al conglomerado social. La protección del medio ambiente obliga al Estado a evitar que acciones antropogénicas alteren la biosfera que abarca a la especie humana y a las demás que coexisten con él en el planeta.

El derecho a un ambiente sano y libre de contaminación ha sido catalogado como un derecho correspondiente a los derechos humanos de tercera generación. “Se les denomina derechos humanos de tercera generación, por el hecho de distinguirse etapas distintas dentro del proceso de desarrollo de los derechos humanos, caracterizadas por un diferente grado de reconocimiento y protección.

En efecto, el primer periodo histórico, que corresponde a **la primera generación**, se identifica con el reconocimiento de los derechos civiles y políticos, los cuales se oponen al Estado”.

**La segunda generación** se caracteriza por cuanto la concepción de los derechos humanos se amplía con la finalidad de atender las necesidades sociales, económicas y culturales del individuo, cuya atención se exige del Estado. La actividad de éste ya no es pasiva, sino, por el contrario, eminentemente activa, por cuanto se debe dirigir a satisfacer dichas necesidades.

**La tercera generación**, se inspira en una "...cierta concepción de la vida humana en comunidad", y tales derechos "...sólo pueden ponerse en práctica gracias al esfuerzo conjunto de todos: desde los individuos y los estados hasta las entidades y órganos públicos y privados". Dichos derechos, en este momento, son: a la paz, al desarrollo, a la libre determinación de los pueblos, a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado y a beneficiarse del patrimonio común de la humanidad. De los derechos al medio ambiente sano, a la paz y al desarrollo, la *Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo*, afirmó que "son interdependientes e inseparables"(principio 25).

**A partir de lo desarrollado hasta aquí se puede establecer que:**

1. El derecho a un ambiente sano inició su etapa de reconocimiento a partir de la *Conferencia de Estocolmo sobre el entorno humano*, de 1972;
2. El reconocimiento se ha hecho a nivel internacional, a través de tratados, bilaterales o multilaterales; de resoluciones y declaraciones de conferencias internacionales especializadas y de la Asamblea General de la ONU;
3. A nivel interno de los estados, una gran mayoría de ellos han consagrado este derecho, igual que el procedimiento para hacerlo efectivo, en sus constituciones y leyes internas;
4. El reconocimiento de este derecho por la comunidad internacional de estados, y la importancia para su propia existencia que él tiene, hace que sea una norma imperativa de derecho internacional general, y
5. La titularidad de este derecho se ha reconocido a las personas naturales, jurídicas y a la humanidad, como representante, ésta última, de las generaciones presentes y futuras.

“El derecho a un ambiente sano y libre de contaminación es un derecho público subjetivo, en el sentido de constituir una facultad o atributo de las personas que

tiene un deber correlativo exigible. Sin embargo, este derecho no fue concebido en términos absolutos, por cuanto, según se discutió al establecerse, resulta ilusorio pretender que el medio ambiente esté libre de toda contaminación. Queda reconocido, entonces, que es posible admitir ciertos niveles logrados de contaminación que son inevitables, conforme al desarrollo de la sociedad, siempre y cuando tales niveles o grados no lleguen a comprometer la vida o la salud de las personas”.

La asignación de estatus de derecho constitucional del medio ambiente sano y libre de contaminación está dirigida a asegurar la protección del medio ambiente, posibilitando que sea un derecho invocable y exigible por cualquier ciudadano, cubrir las lagunas que algunas legislaciones pueden presentar, al dar prioridad en la protección ambiental.

## **2.1.6 EL DERECHO AMBIENTAL ANTE SITUACIONES CONFLICTIVAS**

El Derecho Ambiental tiene que buscar un equilibrio ante situaciones conflictivas, estudios como los del Banco Mundial y la Organización de Naciones Unidas, relacionan los problemas medio ambientales con las condiciones naturales y sociales que rodean a todos los organismos, entre las medidas que afectan al medio ambiente, en forma positiva o negativa, figuran la contaminación del aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las medidas tendientes a controlar éstas.

“En todo sentido las actividades humanas y la dinámica de la población están vinculadas a los problemas ambientales, y cada miembro de la sociedad debería ejercer presión para la solución de éstas situaciones conflictivas en mayor o menor grado al afectar éstas la estabilidad del medio ambiente”.<sup>21</sup>

Se ha considerado los siguientes aspectos<sup>22</sup>:

---

<sup>21</sup>VALLS, Mario. Op cit. p. 68.

<sup>22</sup>Ibidem.



- En cuanto al desarrollo sostenible, se debe partir de la realidad y las características sociales, económicas y culturales del Estado que se trate ya que por éstas diferencias unos Estados tendrán diferentes necesidades que otros.
- El ordenamiento jurídico del medio ambiente nace para regular las relaciones del ser humano con la naturaleza, es un control a éstas acciones del ser humano su función también se encausará a la resolución de problemas.
- “Carácter preventivo: porque las normas legales buscan evitar que el daño se produzca. También contemplará mecanismos para compensar el daño ya producido pero lo primero es prevenir.
- Carácter instrumental: constituido por un conjunto de disposiciones que van a hacer efectiva la aplicación de medios técnicos que solucionen los problemas concretos.
- Es multidisciplinar: es un ordenamiento en el que participan muchas ramas del derecho (civil, financiero, etc.) pero además de sistemas jurídicos distintos y sobre todo la aplicación de otras ciencias. (el de Francia, el de USA, el de España, entre otros)”.<sup>23</sup>

## **2.2 DESARROLLO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE**

El desarrollo sostenible fue definido por la Organización de Naciones Unidas (ONU) como: "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades". (ONU.1987; 45), se crea este concepto en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, para Gizelleau en este sentido: “Las Naciones Unidas han sido pioneras al tratar el tema, enfocándose inicialmente en el estudio y la utilización de los recursos naturales y en la lucha

---

<sup>23</sup>Ibidem. p. 69.

porque los países (en especial aquellos en desarrollo) ejercieran control de sus propios recursos naturales”.<sup>24</sup>

**La definición de desarrollo sostenible** en su sentido más amplio **abarca tres componentes: desarrollo, sostenibilidad y participación social**. Por lo tanto, el desarrollo no queda reducido a crecimiento económico, sino que existe un vínculo entre crecimiento económico con: “**Equidad:** Cuanto mayor sea la igualdad con que se distribuyan el PNB y las oportunidades económicas, tanto más probable será que se traduzcan en un mejoramiento del bienestar humano. **Oportunidades de empleo:** El crecimiento económico se concreta en la vida de la gente cuando se le ofrece trabajo productivo y bien remunerado. **Acceso a bienes de producción:** Las oportunidades económicas de mucha gente pueden incrementarse con acceso a bienes de producción, en particular la tierra, la infraestructura física y el crédito financiero; el estado puede hacer mucho en todas esas esferas, interviniendo para tratar de nivelar el terreno de juego. **Gasto social:** Los gobiernos y las comunidades deben encauzar una parte importante del ingreso público hacia el gasto social más prioritario, en particular mediante la prestación de servicios sociales básicos para todos. **Igualdad de género:** Al brindar a la mujer mejores oportunidades y mejor acceso a la enseñanza, las guarderías infantiles, el crédito y el empleo. **Buen gobierno:** Quienes detentan el poder asignan gran prioridad a las necesidades de toda la población y la gente participa en la toma de decisiones en muchos niveles. **Una sociedad civil activa:** Las organizaciones no gubernamentales y los grupos de la comunidad no sólo complementan los servicios gubernamentales haciendo llegar los servicios a la población meta, sino que además desempeñan una función esencial al movilizar la opinión pública y la acción de la comunidad a ayudar a determinar las prioridades del desarrollo humano”.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup><http://debatescoreduc.blogspot.com/2009/04/tema-2009-es-compatible-un-crecimiento.html>, consultado en fecha 03/03/12

<sup>25</sup>CORTEZ Alberto en: [www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/92/cortes.htm](http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/92/cortes.htm). Consultado el:21/03/2012.

Por tanto, con base al concepto amplio de desarrollo sostenible, se entiende que éste también debe ser sustentable, que no debe preocuparse simplemente del crecimiento económico sino que debe tomar en cuenta otras variables sociales para que se constituyan en pilares de un verdadero desarrollo con equidad, con la intención de mejorar el bienestar social y la calidad de vida, pero también protegiendo el medio ambiente.

Por tanto, el **concepto sustentabilidad** hace referencia a la interrelación de tres elementos, estos son: “**(1)** La sustentabilidad ambiental, que se refiere a la necesidad de que el impacto del proceso de desarrollo no destruya de manera irreversible la capacidad de carga del ecosistema... **(2)** La sostenibilidad social, cuyos aspectos esenciales son (a) el fortalecimiento de un estilo de desarrollo que no perpetúe ni profundice la pobreza ni, por tanto, la exclusión social, sino que tenga como uno de sus objetivos centrales la erradicación de aquélla y la justicia social; y (b) la participación social en la toma de decisiones -es decir, que las comunidades y la ciudadanía se apropien y sean parte fundamental del proceso de desarrollo. **(3)** La sostenibilidad económica, entendida como un crecimiento económico interrelacionado con los dos elementos anteriores. En síntesis, el logro del desarrollo humano sustentable será resultado de un nuevo tipo de crecimiento económico que promueva la equidad social y que establezca una relación no destructiva con la naturaleza”.<sup>26</sup>

Como se puede comprender la problemática del medio ambiente se convierte en un tema mundial, lo cual se traduce en una filosofía que se enfoca en un desarrollo sostenible pero también sustentable, es decir, que se busca un equilibrio entre las fuerzas que buscan el desarrollo social y económico de la humanidad con la preservación del medio en que se vive.

Ante el panorama de marginalidad y pobreza masiva en países atrasados o en vías de desarrollo, surge la necesidad de plantear una respuesta coherente que

---

<sup>26</sup>Cortez Alberto. Op cit.

permita enfrentar con posibilidades de éxito el desafío que ofrece el diagnóstico del desarrollo sostenible, dado que como indica Ernesto Erkenlin *en la actualidad, se ha caracterizado por el predominio de la tendencia hacia la máxima rentabilidad a corto plazo en cuanto al uso de los recursos naturales.* (Erkenlin, 1997)

“Esto se debe, en parte, al marco de referencia actual representado por los sistemas económicos que privilegian la rentabilidad inmediata en detrimento de la planeación a largo plazo, la cual es castigada por el sistema de descuento, la alta tasa de descuento y el valor de oportunidad de dinero, que por lo general es muy alto. Lo anterior conduce hacia la planeación a corto plazo, porque el costo de oportunidad es tan grande que no conviene esperar. Entre más rápido se conviertan los recursos naturales dinero la rentabilidad será mayor”.<sup>27</sup>

“La consecuencia es que se está minando los recursos, en vez de usarlos y conservarlos. Una respuesta coherente frente a este panorama puede ser el concepto de Desarrollo Sostenible, entendido como el proceso que busca la transformación productiva de la economía nacional, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos haciendo uso racional del capital humano, natural, físico, financiero y de los patrimonios institucional y cultural, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras, en un marco de equidad social”.<sup>28</sup>

Según **Gudynas** “Para lograr la sostenibilidad de un país a mediano y largo plazo, es necesario implementar efectivamente tres pilares centrales en la realidad económica y social de un país.”<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup>Ibidem.

<sup>28</sup>Ibidem.

<sup>29</sup>GUDYNAS, Eduardo (2004). Normas ambientales internacionales. Centro Latinoamericano de Ecología Social. Uruguay.

- En un marco de estabilidad, impulsar el crecimiento económico, con una más justa distribución del ingreso, mediante adecuadas políticas de gasto e ingreso, mejorando la infraestructura física y productiva, en un entorno de mayor competitividad.
- Articular los programas específicos dirigidos a desarrollar las bases institucionales del país que le devuelven credibilidad a las instituciones del estado, permiten un relacionamiento transparente entre gobernantes y gobernados, aseguren la continuidad y sostenibilidad de las políticas de estado, y desarrollen la capacidad institucional del sector público para cumplir su función de servicio en beneficio de la colectividad.
- Mejorar las condiciones de vida de la población, en particular de aquellos en condiciones de pobreza, creando igualdad de oportunidades para acceder a mayores niveles de ingreso que permitan cubrir en forma satisfactoria las necesidades básicas. En este contexto juegan un papel preponderante las acciones que se orientan a incrementar y mejorar los servicios de educación, salud, saneamiento básico, nutrición, desarrollo rural, vivienda, con énfasis en los grupos más pobres”.<sup>30</sup>

## 2.3 EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE

El deterioro del medio ambiente se hace notorio con mayor frecuencia en situaciones como el calentamiento global el deshiele de los polos, un avance tan inminente y crítico que va modificando las condiciones del planeta en que vivimos. Landa, lo conceptualiza de la siguiente manera: **“El término deterioro se refiere** a la modificación de las propiedades del ambiente en un sentido de disminución. **Se considera como ecosistema degradado** aquel en donde se reduce la entrada de energía o se incrementa la pérdida de energía por cualquier causa, también se asume a la degradación ambiental como una

---

<sup>30</sup> Se puede ver un ejemplo claro en el que se toman estas medidas que sería la Agenda 21 que es un programa de las Naciones Unidas (ONU) para promover el desarrollo sostenible. Es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las cuales ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.

alteración en los ecosistemas que reduce de manera efectiva la productividad de la tierra”<sup>31</sup>

Como se había puntualizado es necesario promover el desarrollo sostenible por la necesidad de frenar el deterioro del medio ambiente que: Involucra problemas ambientales que se pueden dividir en **dos grandes grupos**, de acuerdo a la escala de impactos: **problemas globales o mundiales y problemas locales regionales.**

## **2.4 LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

### **2.4.1. La Atmósfera**

La atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea a la Tierra. Comenzó a formarse hace unos 4600 millones de años con el nacimiento de la Tierra. La mayor parte de la atmósfera primitiva se perdería en el espacio, pero nuevos gases y vapor de agua se fueron liberando de las rocas que forman nuestro planeta<sup>32</sup>.

El aire limpio y puro forma una capa de aproximadamente 500.000.000 de toneladas que rodea la tierra. El aire constituye uno de los elementos más importantes de todo ser vivo (animal o vegetal); diariamente nuestros pulmones filtran 15 Kg. de aire (*wikipedia*)

La atmósfera de las primeras épocas de la historia de la Tierra estaría formada por vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno, junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y monóxido de carbono pero con ausencia de oxígeno. Era una atmósfera ligeramente reductora hasta que la actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2 500 o 2000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup> (<http://www.slideshare.net/almons/deterioro-ambiental>, consultado en fecha 03/03/12).

<sup>32</sup> MORALES, Fabiola. (2004). La gestión del medio ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Perú.

<sup>33</sup> MORALES, Fabiola. Op cit.

La atmósfera constituye una mezcla de gases que rodea al planeta por atracción gravitacional, siendo una capa relativamente delgada que da lugar a capas o regiones definidas, como se muestra en la figura No. 1. Atendiendo a diferentes características la atmósfera se divide en<sup>34</sup>:

**La Troposfera**, que abarca hasta un límite superior llamado tropopausa que se encuentra a los 9 Km en los polos y los 18 km en el ecuador. En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua, por su cercanía a la hidrosfera. Es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos, cambios de temperatura, etc. Es la capa de más interés para la ecología. En la troposfera la temperatura va disminuyendo conforme se va subiendo, hasta llegar a  $-70^{\circ}\text{C}$  en su límite superior.

**La Estratosfera** comienza a partir de la tropopausa y llega hasta un límite superior llamado estratopausa que se sitúa a los 50 kilómetros de altitud. En esta capa la temperatura cambia su tendencia y va aumentando hasta llegar a ser de alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$  en la estratopausa.

---

<sup>34</sup>Ibidem.

Figura No. 1. Capas de la atmósfera



Fuente: MORALES, Fabiola.Op cit.



Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/hora, lo que facilita el que cualquier sustancia que llega a la estratosfera se difunda por todo el globo con rapidez, que es lo que sucede con los CFC que destruyen el ozono. En esta parte de la atmósfera, entre los 30 y los 50 kilómetros, se encuentra el ozono que tan importante papel cumple en la absorción de las dañinas radiaciones de onda corta.

**La ionosfera y la magnetosfera** se encuentran a partir de la estratopausa. En ellas el aire está tan enrarecido que la densidad es muy baja. Son los lugares en donde se producen las auroras boreales y en donde se reflejan las ondas de radio, pero su funcionamiento afecta muy poco a los seres vivos.

## **2.4.2. FUNCIÓN DE LA ATMÓSFERA RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN**

Las funciones básicas de la atmósfera respecto de la contaminación son<sup>35</sup>:

- Aísla y protege a la tierra de objetos extraños.
- Funciona como depósito y medio de difusión de: partículas y gases, asimismo de las sustancias que conforman el proceso vital.

La primera función está relacionada indirectamente con la polución ambiental, ya que solo sirve de protección contra meteoros y algunos rayos, como los infrarrojos, ésta función la cumplen las capas altas de la atmósfera.

La segunda está relacionada con los ciclos bio geoquímicos y los componentes vitales de la biosfera; acumula y distribuye agua, vapor y energía calórica regulando el clima, deposita y distribuye anhídrido carbónico, oxígeno, y por supuesto acumula y distribuye los residuos, gaseosos, partículas materiales, vapores que el hombre introduce en ella por sus actividades.

---

<sup>35</sup>VOGEL, Enrique y otros (2000). Contaminación, contaminantes y ambiente. Universidad de Barcelona. España.

Esta función la cumple la capa cercana a la tierra en decir la troposfera, que alcanza una altura máxima de 15 kilómetros.

### **2.4.3. EQUILIBRIO DE RADIACIÓN Y CALOR**

La tierra recibe energía radiante del sol, de diferentes formas y luego las refleja al espacio.

La naturaleza de la radiación y de los fenómenos meteorológicos que ésta origina, establecen las siguientes formas de relación con la contaminación del aire<sup>36</sup>:

- El desequilibrio en la distribución de la energía incidente y reflejos, que provee una fuerza de traslado para los movimientos de la atmósfera, controlando la dispersión de las sustancias, que en ella se descargan.
- La forma en la cual la radiación es absorbida por la tierra, la que está relacionada con la variación vertical en la temperatura de la atmósfera.
- La posibilidad de que, la contaminación puede afectar el equilibrio de la radiación, al absorber las sustancias parte de la radiación solar.

El desequilibrio en la distribución de la radiación que, incida y se refleja es el resultado de la geometría de una esfera, y está distribuido en un área mayor cerca de los polos que cerca del Ecuador; de esta manera a mayores latitudes la cantidad de radiación solar recibida por unidad de superficie es menor que en el Ecuador, con un efecto proporcional al coseno de la latitud.

En contraste, la radiación reflejada está distribuida mucho más uniformemente con la latitud. Al ocurrir simultáneamente, tiene lugar una mayor transferencia de calor en las regiones ecuatoriales que cerca de los polos, consecuencia de éste fenómeno es el movimiento de la atmósfera, que por arremolinarse

---

<sup>36</sup>VOGEL, Enrique y otros (2000). Contaminación, contaminantes y ambiente. Universidad de Barcelona. España.

alrededor de la tierra, transporta un exceso de calor hacia el norte y sud desde el Ecuador, por lo tanto, el desequilibrio de radiación es la fuerza que provoca los movimientos de la atmósfera.

La superficie de la tierra que está rodeada por materia gaseosa y nubes presenta una recepción variada de la luz solar, parte de ésta energía es absorbida por el aire, otra por las nubes, otra por la tierra y agua y también es reflejada al espacio, de acuerdo a los siguientes porcentajes<sup>37</sup>:

- por el suelo 47 %
- por reflexión al espacio 34 %
- por la atmósfera 19 %

Lo más significativo para la contaminación es que, la mayor parte de la radiación solar es absorbida por el suelo que por el aire. Esto significa que el aire mismo es atemperado desde la parte inferior al estar en contacto con el suelo, en lugar de estar atemperado por el sol. Éste hecho tiene influencia decisiva en la formación de episodios de inversión de temperatura<sup>38</sup>.

#### **2.4.4 PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA**

Los **contaminantes primarios** son los que se emiten directamente a la atmósfera<sup>2</sup> .como dióxido de carbono  $CO_2$ , el dióxido de azufre  $SO_2$ , que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones<sup>39</sup>.

Los **contaminantes secundarios** son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , que se forma por

---

<sup>37</sup>VOGEL, Enrique y otros (2000). Contaminación, contaminantes y ambiente. Universidad de Barcelona. España.

<sup>38</sup> MILLER, A. y THOMSON, J.C..Elementos de la Meteorología. Ohio, Estados Unidos. 1980.

<sup>39</sup> MILLER, A. y THOMSON, J.C..op cit.

la oxidación del SO<sub>2</sub>, el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub>, que se forma al oxidarse el contaminante primario NO y el ozono, O<sub>3</sub>, que se forma a partir del oxígeno O<sub>2</sub>.<sup>40</sup>

Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores, como personas, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cosechas y materiales. En todos los países existen unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar.

#### **2.4.5 TIPOS DE CONTAMINANTES DEL AIRE**

**Contaminantes gaseosos:** en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparece en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. **Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil<sup>41</sup>.**

La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (smog). La niebla tóxica generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas.

---

<sup>40</sup> FELIX HUANCA AYAVIRI, “Derecho Ecológico” (2012), 2ª Ed. Edit. San José, La Paz - Bolivia.

<sup>41</sup> MILLER, A. y THOMSON, J.C..op cit.

FELIX HUANCA AYAVIRI, “Derecho Ecológico”, 2ª Ed. Editorial San José (2012)

**Los aerosoles:** Un aerosol es una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera. Algunas partículas son lo suficientemente grandes y oscuras para verse en forma de hollín o humo. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Cuando se respira el polvo, ésta puede irritar y dañar los pulmones con lo cual se producen problemas respiratorios. Las partículas finas se inhalan de manera fácil profundamente dentro de los pulmones donde se pueden absorber en el torrente sanguíneo o permanecer arraigadas por períodos prolongados de tiempo.

#### **2.4.6 GASES CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA**

Desde 1960, se ha demostrado que los clorofluorocarbonos (CFC, también llamados "freones") tienen efectos potencialmente negativos: contribuyen de manera muy importante a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, así como a incrementar el efecto invernadero. El protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de estos productos<sup>42</sup>.

- Utilizados en los sistemas de refrigeración y de climatización por su fuerte poder conductor, son liberados a la atmósfera en el momento de la destrucción de los aparatos viejos.
- Utilizados como propelente en los aerosoles, una parte se libera en cada utilización. Los aerosoles utilizan de ahora en adelante otros gases sustitutivos, como el CO<sub>2</sub>.

***La concentración de los contaminantes suele expresarse en tres tipos de unidades:***

- ***La primera*** empleada para contaminantes gaseosos, es la de partes por millón en volumen, y cuyo símbolo es **(ppm)**. Algunas veces como las concentraciones se expresan también en partes por billones **(ppb)**.

---

<sup>42</sup>MILLER, A. y THOMSON, J.C..op cit.

- **La segunda** unidad de concentración frecuentemente utilizada está basada en el peso por unidad de volumen de aire, expresada en micro gramos por metro cúbico, y cuyo símbolo es de **mcg/m<sup>3</sup>**. Se utiliza esta medida para las partículas y también para los gases.
- **La tercera** unidad, solo en la legislación de la ciudad de Buenos Aires. Es la de miligramos por metro cúbico y el símbolo es **mg/m<sup>3</sup>**

#### **2.4.6.1 Monóxido de carbono (CO)**

El CO es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada<sup>43</sup>.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

#### **2.4.6.2 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía y es teóricamente posible demostrar que este hecho es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra - efecto invernadero- La amplitud con que este efecto puede cambiar el clima mundial depende de los datos empleados en un

---

<sup>43</sup>VOGEL, Enrique y otros. Op cit.

FELIX HUANCA AYAVIRI, "Derecho Ecológico", 2ª Ed. Editorial San José (2012)

modelo teórico, de manera que hay modelos que predicen cambios rápidos y desastrosos del clima y otros que señalan efectos climáticos limitados. La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera permitiría que el ciclo total del carbono alcanzara el equilibrio a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos<sup>44</sup>.

### **2.4.6.3 Monóxido de nitrógeno (NO)**

También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, y posteriormente en ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, produciendo así lluvia ácida<sup>45</sup>.

### **2.4.6.4 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.

**La lluvia ácida se forma** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia, el granizo, la nieve o

---

<sup>44</sup>Ibídem.

<sup>45</sup>Ibídem.

la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales<sup>46</sup>.

El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

#### **2.4.6.5 Metano (CH<sub>4</sub>)**

El metano, CH<sub>4</sub>, es un gas que se forma cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en que hay escasez de oxígeno; esto es lo que ocurre en las ciénagas, en los pantanos y en los arrozales de los países húmedos tropicales. También se produce en los procesos de la digestión y defecación de los animales herbívoros.<sup>47</sup>

El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.

#### **2.4.6.6 Ozono (O<sub>3</sub>)**

El ozono O<sub>3</sub> es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante. Su concentración a nivel del mar, puede oscilar alrededor de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta 0,1 kg<sup>-1</sup>.<sup>48</sup>

---

<sup>46</sup>VOGEL, Enrique y otros. Op cit.

<sup>47</sup> Ibidem.

<sup>48</sup> FELIX HUANCA AYAVIRI, "Derecho Ecológico", 2ª Ed. Editorial San José (2012)

<sup>48</sup> MILLER, A. y THOMSON, J.C..op cit.



Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores.

## **2.5. EFECTOS DE LOS GASES DE LA ATMÓSFERA EN EL CLIMA**

Efectos climáticos: generalmente los contaminantes se elevan o flotan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta niveles peligrosos. Los patrones de vientos, las nubes, la lluvia y la temperatura pueden afectar la rapidez con que los contaminantes se alejan de una zona. Los patrones climáticos que atrapan la contaminación atmosférica en valles o la desplacen por la tierra pueden, dañar ambientes limpios distantes de las fuentes originales. La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna. A pesar de que la contaminación del aire es generalmente un problema peor en las ciudades, los contaminantes afectan el aire en todos lugares. Estas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia de partículas que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el ambiente. La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial<sup>49</sup>.

El efecto invernadero evita que una parte del calor recibido desde el sol deje la atmósfera y vuelva al espacio. Esto calienta la superficie de la tierra. Existe una cierta cantidad de gases de efecto de invernadero en la atmósfera que son

---

absolutamente necesarios para calentar la Tierra, pero en la debida proporción. Actividades como la quema de combustibles derivados del carbono aumentan esa proporción y el efecto invernadero aumenta. Muchos científicos consideran que como consecuencia se está produciendo el calentamiento global. Otros gases que contribuyen al problema incluyen los clorofluorocarbonos (CFCs), el metano, los óxidos nitrosos y el ozono.

Daño a la capa de ozono: el ozono es una forma de oxígeno O<sub>3</sub> que se encuentra en la atmósfera superior de la tierra. El daño a la capa de ozono se produce principalmente por el uso de clorofluorocarbonos (CFCs). La capa fina de moléculas de ozono en la atmósfera absorbe algunos de los rayos ultravioletas (UV) antes de que lleguen a la superficie de la tierra, con lo cual se hace posible la vida en la tierra. El agotamiento del ozono produce niveles más altos de radiación UV en la tierra, con lo cual se pone en peligro tanto a plantas como a animales, y Placton en los mares<sup>50</sup>.

## **2.6 LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR**

El vehículo, aparte de ser considerado un elemento clave en el funcionamiento de la sociedad moderna, puede ser, y si que lo es, una importante causa de la contaminación ambiental. En la actualidad circulan por las carreteras del mundo millones de vehículos (turismos, motocicletas, camiones y autobuses)<sup>51</sup>.

A veces se escucha decir que el automóvil es sinónimo de progreso, pero parece un tanto errónea esta afirmación, pues para el caso de La Paz la cantidad es bastante elevada por no decir que exagerada y hay ciudades en el mundo que con menos población y por ende más vehículos y son más desarrolladas; al parecer la afirmación cubre tan solo al individuo y eso haciendo excepciones de forma, pues un auto no es que sea un lujo en los tiempo actuales, se convierte mas en una renta, casi tortura; a nivel macro no

---

<sup>50</sup>Ibidem.

<sup>51</sup>VOGEL, Enrique y otros. Op cit.

se acumula el valor que puedan sumar los vehículo como si se acumula el nivel de contaminación emitente por cada uno de estos.

Basta ver de qué manera hace el vehículo su aporte a la sociedad "contaminantemente" hablando; las pinturas tradicionalmente han estado basadas en disolventes orgánicos altamente tóxicos y además sensibles a la corrosión y la intemperie, los equipos de aire acondicionado hacen su aporte con los muy nombrados y pocos benéficos CFC's culpables al menos en parte de la destrucción paulatina de la capa de ozono, los vehículos generalmente llevan en su interior partes plásticas que suelen estropearse con frecuencia siendo estas basadas en la filosofía de lo desechable, se usan, se agotan, se desechan convirtiéndose en basura no reutilizable, el combustible más común en los vehículos es la gasolina que paradójicamente es de los combustibles más contaminantes con componentes como el azufre o como el plomo, que al ser inducido a la combustión es perjudicial para el organismo humano, también son emitidos los óxidos de nitrógeno que se elevan cuando el vehículo esta en frío, los pesos de los vehículos guardan una relación con el consumo de combustible así como con el precio de los mismos, es decir un material más liviano es más costoso, pero reduce el peso del vehículo, y a su vez el motor realiza un menor esfuerzo que se refleja en el consumo de combustible, o sea que un mayor peso en un vehículo contribuye al aumento de emisiones contaminantes la atmósfera, los neumáticos al ser poco durables también contaminan pues pasan más rápido a ser inservibles, en la actualidad, se estima que en España se recoge el 65% de los neumáticos usados generados.

En la UE se consumen anualmente 2.000.000 de TN de neumáticos, en cuanto a los frenos también hay de qué hablar, en las pastillas para frenos generalmente se usa el amianto por ser un material resistente a altas temperaturas pero también muy relacionado con el cáncer, los aceites lubricante también tienen un gran poder contaminante, por ello se hace necesario una recogida selectiva y su posterior tratamiento.

Pero esta contaminación obvia se ve agravada por factores como un alto volumen de parque automotor usado, que son vehículos que circulan contaminando a diestra y siniestra; poco desarrollo y elevados costos de vehículos ambientales; los hábitos de conducción que aunque parezca insignificante puede contribuir al ser mejorados a descontaminar un poco, o mejor a que se contamine menos, y esto basado en la experiencia que se puede adquirir después de transitar por cierto tiempo sobre las carreteras; por ejemplo para una conducción más ecológica y a la vez económica, que debe ser la dualidad que se maneje en estos tiempos venideros, es aconsejable, mantener una correcta presión de inflado, conforme a las especificaciones del fabricante, ya que una escasa presión de inflado produce un gasto innecesario de combustible, y por lo tanto de emisiones.

Por otra parte, un exceso de presión ocasionaría un desigual desgaste de la banda de rodadura que acortaría la vida del neumático. El uso de neumáticos no preconizados puede aumentar el consumo, realizar una conducción tranquila. La conducción "deportiva" cuesta cara: es preferible una conducción relajada. El empleo de marchas más largas reduce el consumo para una misma velocidad. Realizar aceleraciones bruscas produce un ineficiente empleo del combustible, no utilizar el vehículo para desplazamientos muy cortos.

- El motor en frío es cuando más consume.
- La utilización del estárter (es el nombre en inglés del motor de arranque), produce gran cantidad de hidrocarburos sin quemar en el escape.
- El Catalizador necesita unos 3-5 minutos para lograr su temperatura de máxima eficacia. El doble embrague y el golpe de acelerador antes de para el motor son innecesarios en los coches modernos, nunca hay que arrancar el auto empujando si este posee catalizador, ya que este se contamina a su contacto con la gasolina sin quemar e inmediatamente deja de funcionar por lo que precisará ser sustituido, hay que evitar llenar

el depósito hasta el borde, es una manera de desperdiciar carburante, en cuanto a la velocidad también se pueden hacer modificaciones, y hacer claridad en cuanto a las restricciones de velocidad no solo porque el exceso de velocidad puede causar accidentes, sino porque además genera más contaminación, o sea que si la persona no se muere por un impacto a alta velocidad lo puede hacer el día de mañana de un cáncer por manejar rápido circulamos a 90 Km/h en vez de a 120 km/h estaremos ahorrando en combustible un 30 %.

Parece que hay que hacer un sacrificio, pero es justo ver que se gana en cuanto a salud se refiere, es cuestión de supervivencia no solo de una nueva tendencia por el cambio de milenio, hay que tomar conciencia, así si al quedar expuesto a la contaminación vehicular, se incrementan las posibilidades de experimentar problemas de salud. Los compuestos tóxicos en el aire también causan problemas ecológicos. ¿Cómo se les jerarquiza? Hay tres criterios oficiales para clasificarlos:

- Causan serios problemas de salud, como cáncer, defectos en los recién nacidos, muerte inmediata.
- Son emitidos a la atmósfera en cantidades lo suficientemente grandes como para ser tóxicas. Esto se calcula con mediciones directas de las sustancias en muestras de aire recolectadas o bien empleando modelos de emisión.
- Afectan a gran cantidad de personas.

Buena parte de los estudios sobre la contaminación por vehículos se inició en California, EUA, a principios de los años 40. La combinación de un rápido incremento en la población y por consiguiente en el número de automóviles en la zona geográfica enfocó la atención de los políticos y de los científicos para conocer qué reacciones se llevan a cabo en la atmósfera entre los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno. Las voces aumentaron de tono y se

crearon comités que recabaron datos de la calidad del aire. Algunos hidrocarburos, en combinación con los óxidos de nitrógeno de los automóviles reaccionaban con la luz solar para producir sustancias oxidantes, entre ellas el ozono y otros productos que causan irritación de los ojos y la desintegración del hule de los neumáticos.<sup>52</sup>

Los vehículos a motor, son la fuente de mayor contaminación ambiental. Los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero (metano).

Pero en la selva de automóviles de una gran ciudad, ¿quién contamina más? Existen sistemas de medición remota, el más famoso es el desarrollado por investigadores de la Universidad de Denver, que mide la relación monóxido de carbono / bióxido de carbono y la de hidrocarburos / bióxido de carbono, directamente de las emisiones de los automóviles que cruzan un rayo infrarrojo situado en una calle, a 25 centímetros sobre la superficie. El sistema incluye un video que graba la placa del auto, día, hora y concentración. El sistema puede funcionar en autopistas de hasta 18 m de amplitud. Sin embargo, la lluvia puede provocar la dispersión del rayo. El aparato puede medir 1000 vehículos por hora. En un experimento, se midió la emisión de 10.000 autos, y se concluyó que la mitad del monóxido de carbono emitido provenía del 10% de los vehículos, más aún, los 47 autos más contaminadores emitían tanto monóxido como 2.500 de los más limpios. La conclusión irónica es que la identificación, reparación o eliminación de los autos más sucios puede tener un costo-beneficio mayor que todo el programa de reformulación de gasolinas y adición de oxigenados, si bien estos últimos, al sustituir a los aromáticos, tienen efecto benéfico. Los autos más viejos son siempre los más contaminantes, pues los

---

<sup>52</sup> Estudio de Derecho Comparado y Marco Jurídico Internacional sobre Biocombustibles/Bioenergéticos. Lima Perú. 2010. OAÑG, 112.

coches "afinados" para obtener más potencia se convierten en grandes contaminadores.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) en los autos, que estas son las principales causantes del efecto invernadero que contribuye directamente al calentamiento global y que esta ya trayendo consecuencias catastróficas para la humanidad. El nivel de emisiones en los autos se mide en g CO<sub>2</sub>/ Km, es decir gramos de CO<sub>2</sub> por kilometro recorrido<sup>53</sup>.

Los coches emiten 30 mil toneladas de monóxido al año. También, otras cinco mil de hidrocarburos, producto de la combustión.

La gasolina genera dos contaminantes: 1) sus vapores, y 2) los productos (generalmente gaseosos) de su combustión.

La evaporación del combustible en algunas partes del sistema motriz contribuyen a la emisión global de hidrocarburos en alrededor de 30% del total de las emisiones de COV de fuentes móviles. Cada vez se imponen regulaciones más estrictas a la emisión de los gases de la combustión vehicular, pero no a la emisión evaporativa, que se hará cada vez más importante. Con las tecnologías disponibles, trampas de carbón activado que absorben COV del tanque del combustible y unidades de recuperación de vapores en las estaciones de gasolina, se podría reducir la emisión evaporativa de 70 a 90%. La volatilidad de las gasolinas es el parámetro a controlar para reducirlas. Las refinerías producen gasolinas para el verano, el invierno y ciertas regiones. La presencia de moléculas de peso ligero en ellas, como el butano, causan que el combustible sea más volátil. Los vapores de la gasolina pueden emanar de la ventilación del ducto de entrada al tanque de la gasolina, o bien del carburador y representan 20% de los contaminantes que arroja un vehículo. Otro 20% proviene del cárter y lo constituyen hidrocarburos con poco CO y pequeñas cantidades de NOx. En los vehículos nuevos 95% de la

---

<sup>53</sup>Para saber cuánto contamina nuestro auto podremos visitar esta página que contiene una CALCULADORA DE CO<sub>2</sub>.<http://es.cars.yahoo.com/coches-ecologicos/calc/index.html>

contaminación viene del escape, y la formación de hidrocarburos, CO<sub>2</sub> CO y NO<sub>x</sub>.

Los óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, no son producto de la combustión; se forman cuando la presión y la temperatura son muy altos. Controlar las emisiones de NO<sub>x</sub> es difícil y el único método es reducir la compresión y temperatura de combustión. Pero el motor es un convertidor térmico que libera la energía de la gasolina en forma de calor y la emplea en forma de gases expandidos para empujar el pistón y propulsar el vehículo. Si se disminuyera la presión y la temperatura máxima de combustión no utilizaríamos toda la energía de la gasolina, reduciendo así la eficiencia del motor.

El medio ambiente y la atmósfera imponen ahora las reglas del juego en el diseño de coches. Los caprichos artísticos y las tecnologías per se son menos importantes que la relación automotor-medio ambiente. La tecnología automotriz progresa vigilada por una creciente conciencia ecológica en forma de leyes y reglamentaciones cada vez más estrictas.

En la actualidad son comunes los prototipos de autos con tecnologías diferentes a la sopa de hidrocarburos con que creció el corcel mecánico: la carrocería va forrada por costosas celdas solares, lo impulsan pesadas baterías o celdas de combustible o una combinación de algunas o todas. Seamos realistas, aunque no está lejos el día en que las energías alternativas reemplacen el motor de combustión interna, los automotores de gasolina y diesel dominarán los caminos por varios decenios. El precio del petróleo es menor que otro tipo de energía y existe una enorme infraestructura económica: refinerías, gasolineras, industria automovilística, talleres mecánicos, etc. Miles de empleos dependen de ella directa o indirectamente y sería imprudente un cambio drástico.



## **2.7 PRINCIPALES CONSECUENCIAS PARA LA SALUD**

Entre las principales consecuencias generales de la contaminación ambiental, tenemos:

- Deteriora cada vez más a nuestro planeta
- Atenta contra la vida de plantas, animales y personas
- Genera daños físicos en los individuos
- Convierte en un elemento no consumible al agua
- En los suelos contaminados no es posible la siembra.

Todos estos afectan directa o indirectamente a la salud, pero las consecuencias directas, según muchos estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos en la contaminación del aire se han ligado a quebranto en la función pulmonar y aumentos en los ataques cardíacos. Niveles altos de contaminación atmosférica según el Índice de Calidad del Aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca. La calidad general del aire ha mejorado en los últimos 20 años pero las zonas urbanas son aún motivo de preocupación. Los ancianos y los niños son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire.

El nivel de riesgo depende de varios factores:

- La cantidad de contaminación en el aire,
- La cantidad de aire que respiramos en un momento dado,
- La salud general.

La Organización Mundial de la Salud aporta estudios en los que se argumenta que cada año más de 80.000 adultos de más de 35 años mueren en ciudades europeas por exposición continuada (en plazos largos) a contaminantes procedentes del tráfico. Sin embargo, la Unión Europea certifica que estas

mueren ascienden en su área a más de 310.000 personas. En estos momentos, ya mueren pues muchas más personas por los efectos de la contaminación que por accidente de tráfico. En las grandes metrópolis los contaminantes presentes en la atmósfera proceden mayoritariamente de las emisiones de los tubos de escape de los vehículos.

Otro dato importante, los niveles de monóxido de carbono y benceno dentro del vehículo son entre 2 y 5 veces más altos que en la calle. Permanecer conduciendo sin renovar el aire del habitáculo de un coche puede ser más perjudicial dado la peligrosidad de ambos gases. Aunque en un paseo por ciudades con alta densidad de tráfico podemos inhalar en un día el humo como si fumáramos 15 cigarrillos. Sin embargo, este puré de contaminantes atmosféricos contiene más de 1.000 sustancias químicas como resultado de la combustión de los motores de los vehículos entre los que destacan el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre, el benceno, hidrocarburos volátiles, partículas sólidas, etc. Cada europeo que trabaja está de baja médica 0,5 días al año por diferentes enfermedades relacionadas con la Contaminación, lo que equivale, según cifras facilitadas por la Comisión Europea, a una pérdida económica de 80.000 millones de euros.

La mayoría de las ciudades europeas miden diariamente la contaminación atmosférica por partículas (o muy pequeñas partículas) empleando una de dos técnicas: PM10 (partículas menores de 10 micras); o humos negros (partículas negras de un diámetro aproximado a las 4 micras). Los niveles de contaminación atmosférica se miden en microgramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>), una unidad que define la cantidad de partículas en un volumen determinado de aire. En la mayoría de las ciudades europeas la mediana anual en de partículas va de 14 a 73 mg/m<sup>3</sup> para las PM10 y de 8 a 66 mg/m<sup>3</sup> para los humos negros.

En los últimos años, la industrialización ha avanzado mucho en el mundo. Esta ha permitido una mejor vida para muchas personas pero al igual ha afectado la salud de muchas otras a causa de la contaminación.

## **2.8 EL ROL DEL ESTADO EN LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE**

La defensa ambiental sustentada exclusivamente en la existencia de un derecho subjetivo, sería insuficiente si no estuviera apoyada por la capacidad interventora del Estado. En este sentido, se ha afirmado, que la defensa del ambiente es ante todo, un asunto del poder legislativo o de la administración antes que de los tribunales. Muy poco podrían hacer los jueces, en efecto, en la protección del bien jurídico si es que no se le dotase de contenido concreto y no existiesen órganos institucionalizados que ejecutasen dicha protección. En síntesis, la defensa del ambiente es básicamente el resultado de la concepción y ejecución de una determinada política diseñada por el Estado.

La Constitución Política del Estado en este sentido parte de una visión integral de la cuestión ambiental. La concepción sistemática de la protección ambiental es compatible con el desarrollo y defensa del medio ambiente, tanto en el plano administrativo como en el Técnico-normativo. Los efectos negativos de esta visión fragmentaria son significativos en nuestro país (dispendio de esfuerzos, contradicciones valorativas, déficit de ejecución, débil motivación por la norma, etc.).

**La denominada visión holística** del problema ambiental debe igualmente considerar a la defensa y aprovechamiento de los recursos naturales como la otra cara de la misma cuestión. En definitiva, los recursos naturales (que no son más que determinados elementos del ambiente valorados económicamente), forman parte de la política ambiental en general y no son algo diferente o paralelo a ésta.

El propósito que debe perseguir el legislador y la administración del Estado es la de garantizar tanto las condiciones esenciales de vida natural en sus diversas manifestaciones, como la de mejorar la calidad de vida natural del ser humano. Respecto al primer objetivo, la política nacional ambiental no puede ser puramente **antropocéntrica**; vale decir, mirar sólo la existencia del hombre como centro único del universo, prescindiendo del resto de especies vivas, son igualmente, la necesidad de promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

El concepto de diversidad biológica es amplio y comprende la diversidad genética (variabilidad en la estructura genética de los individuos al interior de las especies en particular); la diversidad de las especies (variedad de especies sobre la tierra en los diferentes hábitats); y la diversidad ecológica (variedad de bosques, desiertos, pastizales, lagos, océanos y otras comunidades biológicas que interactúan unos con otros y con el ambiente en general).

La función meramente promocional que la Constitución asigna al Estado no impide que éste pueda igualmente adoptar medidas directas de intervención y Control en la defensa de las especies y de los ecosistemas. Si se entiende que la protección de la biodiversidad no es una cuestión de mero goce estético (en abstracto, no existen especies nocivas o superfluas), sino antes bien, una defensa del hombre y de las generaciones futuras, entonces el Estado se encuentra constitucionalmente legitimado incluso a reservarse la administración y protección directa de las especies y de determinadas unidades eco sistémicas, aún en contra de los intereses de los particulares.

Asimismo, la defensa de la calidad de vida natural no puede responder a criterios estáticos o de carácter conservacionista. La política ambiental de nuestro país debe tener como finalidad primaria, la preservación y rehabilitación del ambiente del ecosistema, y en segundo plano, el mejorarlo. Esto supone descartar opciones estrictamente defensivas o de reacción. La realidad

ambiental es el ámbito principal en donde la economía de mercado, encuentra un límite infranqueable.

Las estrategias del Estado deben responder a criterios de largo plazo y sustentados fundamentalmente en el principio de prevención. El problema ambiental es un asunto de Estado antes que de gobierno, por lo que debería ser una de las áreas que presidan la formulación de un plan nacional, consensualmente aceptado y no quedar librado a los diversos temperamentos oportunos del gobierno. Los efectos de los daños y peligros al equilibrio ambiental se manifiestan, sobre todo, en el largo plazo y no se palián con la adopción de criterios de oportunidad. Asimismo, las medidas políticas deben estar dirigidas a evitar los daños ambientales antes que a repararlos. El carácter casi siempre, difícilmente reversible o irreversible de los daños determina la necesidad que el Estado busque adelantarse en las respuestas, en el ámbito del control social ambiental. El principio de causalidad (contaminador - pagador) es secundario con relación al principio de prevención.

**Desde la segunda mitad del siglo XX los y jefes de Estado**, Presidentes y representantes de distintos países del mundo, se han reunido para discutir acerca de la necesidad de abordar el problema ambiental y plantear medidas que contribuyan a mitigarlo. En 1972, se celebró en Estocolmo la primera Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente Humano, que dio lugar a la creación del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), posteriormente vendría la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada en la Asamblea General de la ONU de 1983, y que daría como resultado el Informe Nuestro Futuro Común (1987). Luego vendría la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992) que desencadenaría en la Agenda 21, hasta finalmente llegar a la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible llevada a cabo en Johannesburgo (2002).

A la luz de los hechos, pareciera existir cierto consenso a nivel mundial, acerca de la necesidad de que los Estados y los gobiernos se hagan parte de los planes y medidas necesarias de llevar a cabo para detener la crisis medioambiental que nos afecta y mitigar los efectos producidos por las actividades humanas al ecosistema. Se ha manifestado un compromiso frente al deterioro medioambiental, pero en términos reales no se ha visto que ello sea efectivo de parte de los Estados.

**El Código de Hammurabi, creado en el año 1785.** La expresión aparece, según Pérez Luño, en la Edad Media para definir al **derecho** como de prevenir y proteger el **medio ambiente**.

Describe históricamente la legislación ambiental, tomando en cuenta el **año 1992**, en la **Declaración de Río** sobre el **Medio Ambiente** y el de la fusión del **derecho** al ambiente y del **derecho** al desarrollo **nace el derecho** a la protección de los recursos naturales mediante el control de los contaminantes.

No es menor que el Protocolo de Kioto aún no sea ratificado por países como Estados Unidos, Canadá o China (responsables en conjunto del 48% de las emisiones<sup>54</sup>, pese a que el compromiso fue asumido en 1997.

Muchos países y entre ellos Bolivia por su parte ha ratificado este y otros convenios internacionales como: el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992), Convención de las Naciones Unidas contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular África (1994) y la Agenda 21 (1992)<sup>55</sup>. En cada uno de estos acuerdos, se afirma un compromiso con la protección y cuidado del medio ambiente en pos de avanzar hacia la sustentabilidad ambiental. Compromiso

---

<sup>54</sup>Honty, Gerardo, América Latina ante el cambio climático. Observatorio de la Globalización marzo de 2007. En [www.energiasur.com](http://www.energiasur.com)

<sup>55</sup>MeynardChistine y Ernst R. Hayek, Pobreza y Medio Ambiente en América Latina. Persona y Sociedad XIII: pág. 185-199

que hasta ahora no ha tenido mayor significación en las políticas ambientales nacionales.

Lo anterior da cuenta de cierta preocupación respecto del tema, pero ciertamente el asunto no es primordial para los actuales jefes de Estado y representantes de gobierno, especialmente de países en desarrollo, argumentan que existen otras necesidades **“más urgentes”** que hay que atender y sobre las cuales se tienen que centrar todos los esfuerzos. Pobreza, exclusión, discriminación, desempleo, subdesarrollo, por nombrar algunos temas, parecieran ser las consignas y las preocupaciones en el corto y mediano plazo.

Sin embargo, cuando se habla de medio ambiente, no se está haciendo una referencia exclusiva a la naturaleza, sino que a un sistema global, complejo, de múltiples y variadas funciones, y con una cantidad innumerable de interacciones que ocurren en un proceso dinámico y evolutivo, integrado por el conjunto de los sistemas físico, biológico, social económico, político y cultural en que vive la especie humana, en conjunto con otras especies. Entonces cada vez que se contamina, deteriora o extingue alguna especie o recurso natural, se está empobreciendo la calidad de vida y alterando las interacciones que se producen.

## **2.9. LOS BIOCOMBUSTIBLES**

### **2.9.1 DEFINICIÓN**

Un combustible es “cualquier sustancia que, en contacto con el oxígeno del aire y a partir de una determinada temperatura, arde y produce energía.”<sup>56</sup>

Etimológicamente biocombustible se refiere a todo combustible de origen biológico, aunque se denomina así específicamente a aquellos que son obtenidos de una fuente renovable de energía.

---

<sup>56</sup><http://usuarios.lycos.es/trbiodiesel/studies.html>

Su principal cualidad es la de provenir de fuentes renovables al contrario que los provenientes de combustibles fósiles como el petróleo cuya fuente es finita. Otro punto a resaltar es que los biocombustibles pueden obtenerse tanto de residuos forestales o de la agricultura, como de estas actividades específicas para la producción de bioenergía.

“Se entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.”<sup>57</sup>

“Biocombustibles son los productos químicos que se obtienen de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o de otra forma de biomasa y que cumplan con las normas de calidad establecidas por las autoridades competentes”.<sup>58</sup>

“Los biocombustibles líquidos son alcoholes, éteres, ésteres, aceites y otros compuestos químicos, producidos a partir de biomasa, tal como las plantas herbáceas, oleaginosas y leñosas, residuos de la agricultura y actividad forestal, y una gran cantidad de desechos industriales, como los desperdicios y los subproductos de la industria alimenticia. Las principales formas de utilización de los biocombustibles son: la combustión de la biomasa o de una versión convertida (gasógeno, metano etc.) para producir calor aplicable a la calefacción urbana, a procesos industriales o a la generación de electricidad, y la carburación en motores térmicos, tanto de explosión como de combustión interna.”<sup>59</sup>

“...la principal diferencia que los distingue de los combustibles fósiles es que la quema de los mismos libera a la atmósfera CO<sub>2</sub> que ha estado inmovilizado por millones de años causando un incremento del contenido neto atmosférico de CO<sub>2</sub>. Contrariamente la quema de biocombustibles libera CO<sub>2</sub> que no aumenta

---

<sup>57</sup><http://usuarios.lycos.es/trbiodiesel/studies.html>

<sup>58</sup><http://usuarios.lycos.es/trbiodiesel/studies.html>

<sup>59</sup> Ley 26.093 Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y uso Sustentables de Biocombustibles. Argentina 2006.



las emisiones netas de dicho gas a efecto invernadero. Esto es debido al hecho que lo absorben y lo fijan los vegetales, utilizados para la producción de biocombustible, y lo utilizan como materia prima para construir sus tejidos, cerrando de tal forma el ciclo atmosférico del carbono. Por esta razón el uso de biocombustibles como fuente de energía renovable, reemplazando y desplazando el uso de combustibles fósiles, puede aportar una fuerte contribución en la reducción de la generación de emisiones de gases a efecto invernadero y en particular forma del flujo neto de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.”<sup>60</sup>

Los biocombustibles pueden clasificarse según el estado en el que se encuentran, en “sólidos, líquidos y gaseosos”, algunos ejemplos son:

- Sólidos: Paja, Leña, Astillas
- Líquidos: Alcoholes, Biohidrocarburos, Aceites vegetales y esterres derivados de ellos, Aceites de pirolisis
- Gases: Gas de gasógeno, Biogás

Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón).

## 2.9.2 LOS BIOCOMBUSTIBLES MÁS INDUSTRIALIZADOS

Los biocombustibles más usados y desarrollados son el bioetanol y el biodiesel<sup>61</sup>:

- **El bioetanol**, también llamado *etanol de biomasa*, se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar, remolacha o de algunos cereales como trigo o cebada. Brasil es el principal productor de bioetanol (45% de la producción mundial), Estados Unidos representa el 44%, China el 6%, la Unión Europea el 3%, India el 1% y otros países el restante 1%.

---

<sup>60</sup> RUBIÓ, Gustavo, Los Biocombustibles: Situación Actual, Análisis y Perspectivas de la Producción en MERCOSUR y del Comercio con la UE. FAO, 2005.

[http://www.fao.org/sd/dim\\_en2/bioenergy/docs/working](http://www.fao.org/sd/dim_en2/bioenergy/docs/working)

<sup>61</sup> Artículo: ¿Qué son los biocombustibles?. Disponible en: [www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=9018139&contentId=](http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=9018139&contentId=)

- **El biodiesel**, se fabrica a partir de aceites vegetales, que pueden ser ya usados o sin usar. En este último caso se suele usar raps, canola, soja o jatrofa, los cuales son cultivados para este propósito. El principal productor de biodiésel en el mundo es **Alemania**, que concentra el 63% de la producción. Le sigue **Francia** con el 17%, **Estados Unidos** con el 10%, Italia con el 7% y Austria con el 3%.

### **2.9.3 EL BIOETANOL COMO BIOCOMBUSTIBLE ALTERNATIVO A LOS HIDROCARBUROS**

El negocio de los alcoholes sintéticos está concentrado en manos de algunas transnacionales: compañías como SASOL, con operaciones en Sudáfrica y Alemania, SADAF de Arabia Saudita, SHEKK, BP, así como EQUIDISTAR de los EE.UU<sup>62</sup>.

Sin embargo, a escala global, los alcoholes producidos sintéticamente tienen un rol menor, menos del 5% del volumen total (datos del 2003), mientras que el 95% restante es producido por destilación a partir de cosechas agrícolas. El reciente interés en la producción de alcohol agrícola, a partir de materia prima renovable, no fósil, aumentará la participación de este tipo a más de 95%. Otra distinción importante en el campo del Etanol es la de alcohol anhídrido e hidratado; anhídrido es aquel libre de agua, o al menos del 99% puro; el alcohol hidratado en cambio, contiene agua en una cuantía no mayor al 4%. En Brasil por ejemplo, se utiliza este último como sustituto de la gasolina. La distinción entre alcohol anhidro e hidratado es la relevancia no solo en el campo de los combustibles, ya que define la característica básica que los distingue en el mercado del Etanol<sup>63</sup>.

La distinción final se la da por el destino o uso final que se da al alcohol; por cierto, el uso más antiguo del alcohol es como bebida. El más importante uso

---

<sup>62</sup> IICA-MAGER-JICA. Cadena Agroindustrial – Etanol. Nicaragua. 2004. Pág. 2.

<sup>63</sup> IICA-MAGER-JICA. Op cit. Pág. 2.

industrial del alcohol es como solvente; los solventes son utilizados en la producción de pinturas y revestimientos, farmacéuticos, adhesivos, tintas y otros productos. El Etanol representa al más importante solvente oxigenado; la producción y consumo están concentrados en países industrializados en productores de alcohol sintético tienen una participación importante. La última categoría de uso es como combustible; se lo usa en mezclas, como “gasohol” (gasolina+alcohol), “dieselhol” (diesel+alcohol) o en forma pura; sin embargo, el único país que lo usa en forma pura es el Brasil, donde en algunos casos substituye a la gasolina en un 100%<sup>64</sup>.

El uso del etanol como combustible data de los primeros días del motor de combustión interna, sin embargo, el petróleo y sus derivados baratos desplazaron su uso. Fue en Brasil que se lanzó el programa “Pro-alcohol”, entre la década del '70 y '80, que el alcohol volvió al mercado como combustible. Se estima que el 70% del volumen de alcohol usado tiene como destino la substitución de la gasolina. Los otros mercados tradicionales, como son el uso industrial y el consumo humano, son mercados maduros que tendrán un crecimiento lento y limitado.

La participación del uso del Etanol como combustible está prevista en más del 80% para fines del 2010. Esta situación se convierte en una oportunidad muy grande para aquellos países que tengan las posibilidades de producirlo, transportarlo y comercializarlo a nivel global

La producción de Etanol combustible crecerá en volumen y cobertura geográfica; hace unos 10 años solo unos cuantos países producían alcohol para uso como carburante, el mayor productor era Brasil, donde se lo produce de melazas y caña de azúcar; EE.UU. lo hace mayoritariamente a partir de maíz y Francia a partir de la remolacha azucarera. Ya para el año 2003 había 13 países que usaban alcohol como componente en los combustibles. En los próximos 10 años, el mapa del alcohol como combustible habrá cubierto la totalidad de los estados norteamericanos, así como también la Unión Europea,

---

<sup>64</sup>Idem. Pág. 3.

China, Australia, Tailandia y Japón, todos ellos grandes consumidores de gasolina a nivel mundial<sup>65</sup>.

El etanol se promociona como un “combustible del futuro”, primordialmente porque tiene un balance energético positivo, esto significa que cada unidad de energía contenida en el mismo es mayor que la energía utilizada para su producción.

Otra ventaja indiscutible es su impacto ambiental favorable; esto es aun más evidente cuando se la compara con los combustibles fósiles o sus derivados, como las gasolinas, a las que como se indicó antes, se las complementa y substituye. Por lo tanto, no está fuera de lugar proclamar que, al ser una alternativa de menor emisión de carbón que la quema de combustible fósiles, su uso es mejor no solo para la salud sino también para la mitigación del “efecto invernadero”, algo que tiene al mundo entero preocupado<sup>66</sup>.

Desde un punto de vista macroeconómico, abre la posibilidad en aquellos países donde se reúnen las condiciones para su producción, de generar empleo y riqueza. Finalmente, en un futuro cercano, cuando se produzca en grandes cantidades, será además capaz de sustituir una parte del consumo de petróleo.

**Esta alternativa es la que se pone nerviosos a algunos países que hoy en día producen y exportan petróleo, motivándolos a promover una resistencia en contra de los biocombustibles.**

Paradójicamente, lo contrario ocurre con las grandes empresas petroleras, las que están moviéndose en la dirección del Etanol y el biodiesel. PETROBRAS, por ejemplo, que tiene la gran ventaja de estar en un país eminentemente alcoholero, como el Brasil, está haciendo una gran apuesta por el Etanol: invertirá en ingenios y ductos dedicados al transporte de Etanol, además de otra infraestructura logística. Es evidente que la relación entre la agricultura y la energía, es un fenómeno irreversible, los términos “agro energía”, “renovable” entre otros están hoy en día de moda.

---

<sup>65</sup> CAINCO-IBCE. Producción de etanol, una oportunidad para Bolivia. Mayo 2007. La Paz, Bolivia. Pág. 10.

<sup>66</sup> CAINCO-IBCE. Op cit. Pág. 5

Observando los programas de biocombustibles que existe hoy en día, se puede evidenciar que se precisa por lo menos tres factores que resultan claves para el éxito<sup>67</sup>:

- a. Abundancia de materia prima (feedstock)**
- b. Acceso a la tecnología involucrada**
- c. Un andamiaje político comprometido**

**En el caso boliviano**, se puede afirmar que en la actualidad en el departamento de Santa Cruz existe una importante producción de caña de azúcar, la misma que en su mayor parte está destinada a la producción de azúcar refinada, sin embargo, el potencial de producción de este cultivo es mucho mayor, ya que existen importantes superficies no cultivadas y que son aptas para la producción de diferentes especies de caña de azúcar.

Específicamente, la provincia **Obispo Santisteban**, que se encuentra al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, es hoy en día la principal región productora de caña de azúcar, su cercanía con diferentes ríos y riachuelos que son proveedores de agua, con los ingenios azucareros, así como su cercanía a la carretera troncal, que se constituye en corredor de exportación, hacen que esta región sea competitiva en la producción de caña de azúcar como materia prima para la producción de azúcar refinada y potencialmente para la producción de biocombustible.

Por tanto, se puede afirmar que el país en general, y particularmente el departamento de Santa Cruz, es potencial productor de biocombustible, estableciendo a la provincia Santisteban como la de mayor posibilidad de alcanzar niveles productivos con miras a su exportación.

---

<sup>67</sup> IICA-MAGER-JICA. Cadena Agroindustrial – Etanol. Nicaragua. 2004. Pág. 3.

#### **2.9.4 EL BIODIÉSEL**

Biodiesel es un combustible líquido que no contiene azufre, aromatizantes ni benceno, no es tóxico y es biodegradable. Se puede obtener a partir de las grasas vegetales o animales.

El biodiesel es un producto alternativo que se puede utilizar en cualquier motor diesel como en camiones, ómnibus, automóvil ya que aumenta la eficiencia y duplicidad del motor y sin requerir a ninguna modificación, se puede almacenar en donde el diesel del petróleo se guardaba. Se utiliza puro o mezclar en cualquier proporción con el diesel del petróleo<sup>68</sup>.

Es un combustible que tiene un punto de inflamación relativamente alto (150°C) que le hace menos volátil y es más seguro de transportar. No es tóxico para la salud humana, los seres vivos, ni para la contaminación ambiental.

El biodiesel es biodegradable en el agua tan rápido como el azúcar, que se convierte un combustible tan efectivo para las embarcaciones acuáticas; no es tóxico si se produce una ingesta del producto en los peces o mamíferos. Un ejemplo común la sal es diez veces más tóxico que el biodiesel. No es peligroso para el medio ambiente, reduce el calentamiento global ya que emite menos cantidad de CO<sub>2</sub> propicia la calidad de aire en zonas urbanas. Es un combustible oxigenado por eso tiene una combustión completa que el diesel, produce menos olores nocivos y humo visible<sup>69</sup>.

Por lo tanto la producción de biodiesel es una ventaja que aumenta el desarrollo rural que está más orientada en el cultivo de productos energéticos como el trigo, la soja, la palma, caña de azúcar, girasol, entre otros y surge el mejoramiento en el aumento del empleo y genera un rédito en el sector agrícola.

---

<sup>68</sup>Molina Sandra Genis. Producción de biodiesel. Disponible en: [www.monografías.com](http://www.monografías.com). Revisado el 12/04/2012

<sup>69</sup>Molina Sandra Genis. Op cit.

***El término “bio” se refiere a su naturaleza renovable y “diesel” se refiere a su uso de motores de este tipo.*** El biodiesel posee las mismas propiedades del combustible diesel que son empleados por automóviles, camiones, ómnibus, etc. Y puede ser usado en cualquier motor diesel de forma pura o mezclado con el diesel, no es necesario efectuar ninguna modificación en los motores para poder emplear este combustible. Este producto nos es necesario por que no es nocivo para la salud humana, para la vegetación, los animales vivos y no daña los monumentos o edificios. Nos permite transportar de forma segura y fácil porque es biodegradable Este combustible posee un punto de inflamación de 150 °C a comparación del diesel que es de 64 °C<sup>70</sup>.

Las características del biodiesel son las siguientes<sup>71</sup>:

- Es un combustible ecológico de origen renovable y respetuoso con el medio ambiente.
- Es seguro, fácil para transportarlo y almacenarlo.
- Es biodegradable como el azúcar, es diez veces menos tóxico que la sal de cocina y tiene un punto de inflamación aproximadamente de 150 °C, comparado al diesel su punto de inflamación es 50 °C.
- El uso del biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones del anhídrido carbónico y un 100% las de dióxido de azufre. También la combustión del biodiesel disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemados y entre el 75%- 90% en los hidrocarburos aromáticos. Contiene 11% de oxígeno en peso y o contiene azufre.
- El uso de biodiesel puede extender la vida de los motores por que posee mejor calidad lubricante que el diesel.
- Los derrames de este combustible en las aguas de ríos y mares son menos contaminantes que otros combustibles.
- Los olores de la combustión del biodiesel son aromas de palomitas de maíz o papas fritas.
- Diversos estudios realizados se demostró que el biodiesel reduce en un 90% el riesgo de contraer cáncer.

---

<sup>70</sup>Ibidem.

<sup>71</sup>Molina Sandra Genis. Op cit.

## **Rendimiento de cultivos oleaginosos por hectárea aptos para biodiesel**

- Dado que el insumo principal es el **aceite vegetal**, resulta importante conocer las posibilidades agrícolas disponibles para producirlo. Los litros de aceite (o sea: de Biodiesel) que se obtienen por hectárea y por año, dependerán del cultivo que da origen al aceite vegetal. Algunos de los mas comunes son
  - - **Soja (Glicine max): 992 litros**
  - - **Arroz (Oriza sativa): 770 litros**
  - - **Jatropha/tempate/piñon (Jatropha curcas): 1590 litros**
  - - **Tung (Aleurites fordii): 880 litros**
  - - **Girasol (Helianthus annuus): 890 litros**
  - - **Maní (Arachis hipogaea): 990 litros**
  - - **Colza (Brassica napus): 1100 litros**
  - - **Ricino/tartago (Ricinus communis): 1320 litros**
  - - **Aguacate, palta (Persea americana): 2460 litros**
  - - **Coco (Cocos nucifera): 2510 litros**
  - - **Cocotero (Acrocomia aculeata): 4200 litros**
  - - **Palma (Elaeis guineensis): 5550 litros**
- **La ecuación económica del BIODIESEL** dependerá también del tipo de residuo sólido que la extracción del aceite genera. Si este residuo es apto para uso humano, o para alimentos balanceados, tendrá valor, y el costo del aceite vegetal será proporcionalmente menor. Si por el contrario sólo se vende para ciertos alimentos balanceados, o para uso industrial y/o fertilizante, entonces el costo del aceite vegetal será mayor.



## **2.9.5 EL IMPACTO SOCIAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES**

Existen diferentes criterios respecto al impacto social de los biocombustibles. Los que apoyan la producción de biocombustibles, señalan que dentro de los beneficios, se encuentra la gran generación de empleos que esta producción podría llegar a originar.

Tal situación se da por efecto del uso intensivo de mano de obra en la siembra, la cosecha, el transporte, la provisión de insumos y el mantenimiento de los cultivos, dentro de lo que significan los empleos directos, mientras que en el caso de la generación de empleos indirectos se puede dar en el transporte del producto ya empacado hacia los centros de distribución o almacenaje para su exportación, en la provisión de insumos que no están el producto en sí, la provisión de servicios, etc<sup>72</sup>.

Por otro lado, están aquellos que consideran los impactos negativos de la producción de biocombustibles, entre estos criterios se puede destacar que cualquier forma de agroindustria conlleva a la producción masiva de algunos cultivos en específico, los cuales por ende forman extensas áreas de monocultivos, administradas por grandes capitalistas que se basan en el latifundio y la super explotación de trabajo llegando incluso al trabajo esclavo. En este tipo de plantaciones por algunas experiencias vividas en el Brasil, se dan pésimas condiciones de trabajo, salarios por debajo de los mínimos legales, temporales, sin contratos, y sin seguro médico ni contribuciones a pensiones o vacaciones; mantienen los costes laborales bajos y aumentan las ganancias de las empresas; no se permite la creación de sindicatos<sup>73</sup>.

---

<sup>72</sup> CAINCO-IBCE. Op cit. Pág. 4.

<sup>73</sup> FOBOMADE – Foro Boliviano sobre Medioambiente y Desarrollo. ¿Biocombustibles en Bolivia?. Justificación de la necesidad de los biocombustibles. Mayo 2007. Pág. 9.

Sin embargo, se considera que estas deficiencias laborales bien pueden ser reguladas por el Estado, precautelando los intereses de los trabajadores, así como de las empresas.

Lo mismo se puede dar en el ámbito del cuidado del medio ambiente, donde es fundamental establecer las reglas del juego, a las cuales, las empresas, sean grandes o pequeños, los productores a nivel familiar e individual, deben regirse para procurar una agro industrialización sostenible, y **dentro la seguridad alimentaria no afectara la producción de alimentos de vegetales oleaginosos, ya que solo se tocaría el aceite de soya, no así la torta ni la cascarilla.**

## **2.10. EL IMPACTO SOCIO ECONOMICO DE LA PRODUCCIÓN DE OLEAGINOSAS EN BOLIVIA**

El proceso en este imperio empieza en la tierra fértil y los tórridos montes cruceños. La humedad del suelo cambia regala dos cultivos al año: el de verano se siembra en abril y mayo para cosecharse entre junio y julio. En octubre y noviembre se trabaja el de invierno. Las precoces semillas de soya tardan alrededor de 105 días y las tardías, de 120 a 130. El girasol se cultiva desde mayo y en octubre termina la cosecha.

En Bolivia, el cultivo de soya y girasol alcanza las 822.000 hectáreas.

La producción de oleaginosas en Bolivia tiene un importante impacto socioeconómico por las siguientes razones:

### **APORTES con el 6% al PIB.**

La soya representa el 36% de la superficie cultivada nacional y el 51% de la superficie en Santa Cruz.

Genera alrededor de 100.000 empleos directos y 65.0000 indirectos.

Las exportaciones de soya y derivados el año 2006 han alcanzado los 347 millones de dólares que representan el 9.9 % del total explotado a nivel nacional y es el segundo producto en valor económico después del gas natural.

La desgravación arancelaria por los países del MERCOSUR producto de acuerdo CAN MERCOSUR será gira dual. Pero los efectos negativos del tipo comercial económico y social que empezaran a sentir ya desde el año 2008. A este proceso irreversible se suman la firma de los tratados de libre COMERCIO 8T.C.L. Y la salida de Venezuela del bloque andino que está acelerando el proceso.

La pérdida de esta ventaja comparativa que le permitirá a Bolivia amortiguar sus costos logísticos y sustituir que el MERCADO ANDINO tiene una serie de repercusiones de tipo Económico y social, sino toman medidas, inmediatas.<sup>74</sup>

Reducción de superficie cultivable para que el sector sojero causando un impacto directo en el desarrollo rural y un desequilibrio Ambiental, producto de la adecuación de tierras para otros cultivos.

Aumento del desempleo informal y del índice de pobreza cancelación en su mayoría en área rural.

Disminución de la generación de divisas que provienen principalmente en la exportación de *commodities*.

La problemática del desempleo agravado por la pérdida de mercado para un sector tan influyente en la economía nacional y la creciente demanda mundial de biocombustibles tienen un punto en común y es la complementariedad, porque evidentemente el sector sojero necesita una solución a corto plazo y es poder destinar su materia prima a otros usos sea el plazo máximo del año ya que la actividad tradicional no puede sustituir bajo las condiciones que vienen.

---

<sup>83</sup>Asociación Nacional de productores de oleaginosas (ANAPO), y trigo.MILENIUM

Una opción factible desde el punto de vista económico social y/o ambiental con valor Agregado es el biodiesel. Que permitirá apelar la problemática vigente creando nuevos empleos manteniendo la base productiva de la agroindustria y generando mayores divisas ante la posibilidad de convertirnos en potenciales exportadores.

La producción del biodiesel en base a la soya deberá concebirse en forma transitoria. Pero llevada de una manera sostenible mientras el país y el mundo se preparan para la llegada de "BIODIESEL" de segunda generación. Y el cultivo de otras materias primarias de uso alimenticio como ser la atropha o Piñon manso. Para este momento el país deberá prepararse con inversiones es desarrollo tecnológico, investigación agrícola aplicada y desarrollo de políticas de ordenamiento territorial para determinar las tierras disponibles para la producción del biodiesel o bioenergía.

A corto plazo es necesario ingresar a la producción del biodiesel con las materias primas nacionales porque además de atenuar la crisis vigente, permitirá ganar un espacio en los mercados internacionales, porque los mayores beneficiados del auge del BIODIESEL serán los que lleguen primero.<sup>75</sup>

---

75 Asociación Nacional de productores de oleaginosas (ANAPO), Y TRIGO.

# CAPÍTULO III

## MARCO JURÍDICO

“MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”

### 3.1 PERIODOS DE LA EVOLUCION DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN BOLIVIA

La evolucion de la legislacion ambientan en Bolivia, puede ser dividida en 2 periodos, el primero correspondiente al periodo anterior a la Cumbre de Rio de Janeiro, y el segundo, correspondiente al periodo que se abre en 1992.

**a) Primer periodo, en ete estan compredidos las siguientes piezas legales:**

- Los Decretos del Presidente Simón Bolívar de 1825. Consistían en medidas de protección de la riqueza natural: flora, fauna. agua, tierra, etc. Bolívar tambien legisló sobre las formas de la propiedad de los bosques en públicos y privados, señalando la irracionalidad de la explotación de los bosques estatales, estableciendo reglas para su explotación racional, prescribiendo multas a los infractores y determinando medidas de protección y mejor aprovechamiento de la riqueza forestal de la nación (<sup>76</sup>).
- Los Decretos del Presidente Manuel Isidoro Belzu. Decretos protectivos de la chinchilla. Similares medidas fueron adoptadas bajo los gobiernos de José María Achá e Ismael Montes, este último ya en el siglo XX.
- El Decreto-Ley de Dominio y aprovechamiento de aguas de 1879, emitido por el Presidente Hilarión Daza. Este Decreto-Ley fue elevado a rango de ley en 1906 por Ismael Montes.

---

<sup>76</sup>. COMISIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LA HONORABLE CAMARA DE DIPUTADOS: Proyecto de Ley General del Medio Ambiente” Edi.Nogales, La Paz, Bolivia, 1991 pagina 22.

- La Ley de declaratoria de Reserva Fiscal de tierras y/o regiones que sean consideradas como zonas de riqueza natural, de 1908.
- Disposiciones del Presidente Germán Busch de 1939. Las mismas están referidas a la conservación de los recursos naturales referidos a zonas forestales, bosques naturales, su explotación, conservación, creación de parques nacionales, reservas fiscales, estudio de los recursos de agua y suelo para su utilización racional. "Este importante decreto que constituyó una norma completa para su época y que buscaba el equilibrio ecológico, lamentablemente no se cumplió en su totalidad. Se debe añadir que a partir de 1939 se estableció el sistema de reservas fiscales y parques nacionales destinados a la conservación de la flora boliviana, el estudio sistemático de los recursos"<sup>(77)</sup>.
- Firma de Bolivia de la Convención Internacional sobre: Protección de la Naturaleza y Conservación de la fauna Silvestre del Hemisferio Occidental. En dicha convención, los gobiernos acuerdan declarar Parques Nacionales y áreas protegidas a las zonas boscosas de propiedad de los Estados, donde se protegerá la vida silvestre, por último se declara patrimonio cultural.
- Medidas adoptadas por la presidencia de Víctor Paz Estenssoro: creación de la Dirección forestal de Caza y Conservación de Suelos, calificación de delito contra la economía nacional, a la explotación, tala o destrucción de la riqueza forestal sin permiso de la autoridad competente.
- Decreto Ley N° 7445 del 22 de diciembre de 1965, de la Junta Militar de los Generales René Barrientos Ortuño y Alfredo Ovando Candia. El Decreto prohíbe la quema o incendio de pajonales, bajo sanción pecuniaria.
- Decreto Supremo N° 9009 del 27 de noviembre de 1969 del gobierno de Gral Alfredo Ovando Candia, que declara Reserva Fiscal todos los yacimientos

---

<sup>77</sup>.COMISIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LA HONORABLE CAMARA DE DIPUTADOS: Proyecto de Ley General del Medio Ambiente” Edi.Nogales, La Paz, Bolivia, 1991 pagina 22.

mineralizados existentes en las provincias Mamoré, Iténez del departamento del Beni.

- Decreto Ley número 11686 bajo la denominación de Ley Forestal General de Bolivia, durante la Presidencia de Hugo Banzer. Este Decreto establece la promoción, regulación y fiscalización, aprovechamiento, protección, comercialización, industrialización, restauración de los recursos forestales, a fin de lograr el desarrollo de este sector, para el beneficio económico del país.

- Reglamento de Saneamiento del Medio Ambiente, de Plaguicidas, sobre el uso del tabaco y los reglamentos del Código de Salud, emitido bajo la presidencia de Celso Torrelio Villa.

- En el período de 1982-1985, durante el gobierno del Dr. Hernán Siles Zuazo, se establece que el Estado por intermedio de sus organismos correspondientes centralizará, evaluará y controlará desde la exploración hasta la comercialización de los recursos auríferos nacionales.

- Resolución suprema N° 1999371 del 8 de octubre de 1984, del Presidente Hernán Siles Zuazo, mediante la cual se constituye una comisión Interinstitucional que formula una propuesta para enfrentar y solucionar los problemas de contaminación causados por la industria minera metalúrgica.

- Durante la presidencia de Víctor Paz Estenssoro (1985-1989) por Decreto supremo se declara a 1987-1988 Año Noel Kempf Mercado, se aprueba el reglamento del "Uso de Aguas Subterráneas, se crea la Comisión Ejecutiva de " convenios para la Conservación y Usos sostenidos de Recursos Naturales Renovables, etc.

En 1992 se inicia, la segunda etapa de la historia de la legislación ambiental de Bolivia. La nueva etapa se inicia con la asistencia de Bolivia a la Cumbre de Río de Janeiro.

**b) Segundo periodo, que comprende las siguientes piezas legales:**

- Ley del Medio Ambiente de 1992, realizada durante la presidencia de Jaime Paz Zamora. El 11 de enero de 1990 se decreta la "pausa ecológica" que

establece una pausa histórica de cinco años basada en la necesidad de establecer el espacio de tiempo indispensable para permitir el reordenamiento de todos aquellos procesos que, por su impacto sobre la naturaleza hacen peligrar la sustentabilidad de la vida humana y del patrimonio natural boliviano".

En ese mismo año, se crea el Fondo Nacional para el Medio Ambiente (FONAMA) para obtener y administrar fondos dirigidos a apoyar proyectos de conservación y el uso racional de los recursos naturales renovables del país. En fecha 27 de abril de 1992, se promulga Ley del Medio Ambiente que tiene como principal objetivo la protección y conservación de medio ambiente, de los recursos naturales, promoviendo el desarrollo sostenible con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población boliviana.

La Ley fue reglamentada mediante el Decreto Supremo No. 24176, y sus reglamentos que son:

- Reglamento General gestión ambiental.
- Reglamento para la prevención y control ambiental.
- Reglamento en materia de contaminación atmosférica.
- Reglamento en materia de contaminación hídrica.
- Reglamento de actividades con sustancias peligrosas de gestión de residuos sólidos.
- Reglamento en materia de contaminación atmosférica". El mismo establece que el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente debe emitir normas técnicas para la prevención y control de la contaminación atmosférica, en coordinación con los organismos sectoriales competentes, las prefecturas y los gobiernos municipales.

En 1996 se promulga la Ley Forestal, que crea el sistema de regulación de Recursos Naturales Renovables y de la Superintendencia Forestal (SIRENARE). La ley establece las siguientes atribuciones: supervigilar el cabal cumplimiento del régimen forestal, otorgar por licitación concesiones, autorizaciones y permisos forestales, efectuar decomisos de productos ilegales. ejercer facultades de inspección, disponer la realización de auditorias forestales externas.



### **3.2 DERECHO INTERNACIONAL EL REGIMEN LEGAL DEL MEDIO AMBIENTE**

La regulación jurídica del Medio Ambiente en Bolivia y en todos los países del mundo no es únicamente una cuestión de derecho interno o nacional. Se trata de un derecho que está ligado estrechamente al Derecho Internacional del Medio Ambiente, en tanto el Estado boliviano ha suscrito los avances más importantes en esta materia que se ha producido en el Derecho Internacional. Las principales referencias son:

**-la conferencia sobre Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo el 5 de junio del año 1972.** En esta conferencia se dictó una declaración que consagra 25 principios entre los cuales se destacan el que proclama el derecho de todo ser humano a disfrutar de un ambiente óptimo para buen desarrollo de la vida humana; considerando fundamental la cooperación internacional para prevenir la degradación del planeta. Esta conferencia fue decisiva para la protección penal del medio ambiente porque desde entonces comenzó a abrirse camino una nueva concepción de protección jurídica penal, cuyo bien jurídico protegido va a ser el medio natural en sí mismo (no la propiedad, ni las personas, etc., sino el medio ambiente). Este constituyó un camino importante en todos los regímenes penales, el considerar al medio ambiente, que es un bien y patrimonio común de todos, como un objeto de derecho a proteger y articular formas concretas para su defensa.

**- La Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrado en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, (Declaración de Río o Cumbre de la Tierra),** tuvo por finalidad concentrar los esfuerzos para integrar el desarrollo y la protección ambiental, dando prioridad a ambos en el proceso de adopción de decisiones económicas de las esferas gubernamentales, industriales y nacionales. Los resultados más visibles de esta reunión de diferentes Estados se establecen: principios interrelacionados en los que se regulan algunos criterios para el desarrollo sostenible, y se fijan

responsabilidades individuales y colectivas. **Debe tenerse en cuenta que la declaración de río es un documento de recomendaciones, no vinculantes para los gobiernos de los países que lo firman, señalando los mismos tomando como principio de que “quien contamina paga”, siendo los países más desarrollados los más contaminadores, por su desarrollo tecnológico, y los países sub desarrollados, tenían problemas ambientales por ser sub desarrollados.**

Dentro de la declaración los estados se comprometen a: conservar y proteger el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras, erradicar la pobreza, cooperar entre los Estados con problemas ambientales, equitativa utilización de los recursos, el que contamina paga para proteger el medio ambiente los Estados aplicarán el criterio de precaución conforme a sus capacidades. En la actualidad existen más de cuatro mil convenios, tratados e instrumentos, a nivel nacional e internacional, con disposiciones para enfrentar la protección del ambiente, la mayoría son bilaterales o sin pretensión de universalidad, pero de carácter estrictamente internacional.

### **3.3 LA CONSTITUCIÓN DEL ESTADO PLURINACIONAL Y EL DERECHO A UN AMBIENTE SANO Y LIBRE DE CONTAMINACION.**

En el marco teórico de la presente investigación se ha establecido que el medio ambiente sano y libre de contaminación es un derecho humano de tercera generación, y un derecho que forma parte del catálogo de derechos constitucionales.

Por tanto el derecho constitucional considerado el ámbito preciso para la defensa de derechos subjetivos lesionados, extiende su acción de tutela a los derechos subjetivos, la jurisdicción constitucional es el sujeto legitimado para efectuar la defensa de los mismos cuando resultan afectados, entendiendo que existe un interés en el medio ambiente circundante y por tanto estará legitimado para acudir en busca de su tutela el ciudadano para defender su esfera particular medioambiental.

Por eso sin descartar la protección administrativa y penal nada obstaculiza para que los derechos de las personas y las colectividades que estén afectados por una posible degradación del medio ambiente estén protegidos por medio del ejercicio de la jurisdicción constitucional la que actúa así como un medio complementario de protección ambiental resultando beneficiados los intereses colectivos del ambiente.

En este marco se constata que la la Constitución Política del Estado Plurinacional, aprobada el año 2009, además de declarar que *“Bolivia se constituye en un Estado Unitario Social de Derecho Plurinacional Comunitario, libre, independiente, soberano, democrático, intercultural, descentralizado y con autonomías...”*, dedica su *Capítulo Segundo* a establecer expresamente los *“Principios, Valores y Fines del Estado”*, a cuyo efecto el artículo 8 constitucional declara que el Estado Plurinacional de Bolivia *“asume y promueve como principios ético-morales de la sociedad plural, los siguientes: amaqhilla, ama llulla, ama suwa (no seas flojo, no seas mentiroso ni seas ladrón), suma qamaña (vivir bien), ñandereko (vida armoniosa), tekokavi (vida buena), ivimaraei (tierra sin mal) y qhapajñan (camino o vida noble)”*;

La Constitución Política también establece que el Desarrollo del país, su industrialización y el uso de recursos energéticos debe estar acorde a un desarrollo sostenible, es decir, que preserve el medio ambiente ante todo. En este ámbito la Constitución Política del Estado, establece líneas de acción orientadas a cumplir tal cometido. Así por ejemplo, el Art. 9 (6) de la Constitución señala:

**Artículo 9.** Son fines y funciones esenciales del Estado, además de los que establece la Constitución y la ley:

**6.** Promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales, e impulsar su industrialización, a través del desarrollo y del fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente, para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

Lo que quiere decir que es obligación del Estado el establecer una política integral de protección al Medio Ambiente, a este cometido es imprescindible contar con todo un cuerpo normativo sistematizado, otorgando derechos, estableciendo obligaciones, medios coactivos, principios jurídico – rectores, etc. Situación que en la actualidad no se da.

Al respecto y partiendo de la Constitución, como derechos ambientales de todos, señala:

**Artículo 33.** Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

El término protegido está estrechamente vinculado al principio de precaución, en sí, es disposición anticipada para evitar o minimizar los daños o males supuestos y temidos, lo que implica una actitud de reserva, circunspección, previsión.

La precaución ha sido percibida por algunos doctrinarios como una responsabilidad moral y política de tipo colectivo dada la dificultad de atribuir en el largo plazo a determinada actividad humana unas ciertas consecuencias, especialmente, por la difusión de las contribuciones y por el efecto acumulativo a distancia<sup>78</sup>.

Se debe tener en cuenta que en materia medioambiental el “costo – beneficio” pues muchos de los impactos ambientales son irreversibles, el análisis económico del derecho y sus efectos no llegan a paliar la situación, con la denominación “plus indemnizatorio” que de manera pírrica esta normalizado en nuestra legislación con los términos “daños y perjuicios”<sup>79</sup>.

Pero en caso de no observarse la protección que establece el Estado, la Constitución faculta a cualquier persona, natural o jurídica, a establecer

---

<sup>78</sup> Ibidem.

<sup>79</sup> Sobre el tema del análisis económico del derecho, puede revisarse Iturraspe, Jorge “Estudios sobre la responsabilidad de daños” T. II, Ed. Rubinzal – Culzoni, Argentina 14 y ss.

“acciones en defensa al medio ambiente” así mismo establece la actuación de oficio de las respectivas instituciones.

Esta última parte, deja en incuestionable criterio de que las normativas medio ambientales tiene un carácter público, incluso con caracterización penal, al ser de orden público este no podría pactarse, entrever acuerdos sobre cierto impacto ambiental, empero este tiene excepciones que lo veremos más adelante.

**Artículo 108.** Son deberes de las bolivianas y los bolivianos:

**16.** Proteger y defender un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los seres vivos.

**Artículo 298.**

I. Son competencias privativas del nivel central del Estado:

**20.** Política general de Biodiversidad y Medio Ambiente.

II. Son competencias exclusivas del nivel central del Estado:

**6.** Régimen general de biodiversidad y medio ambiente.

**Artículo 299.**

II. Las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas:

**1.** Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental.

**Artículo 302.**

I. Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción:

**5.** Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos

**18.** Transporte urbano, registro de propiedad automotor, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano.

**Artículo 304** Constitución Política del Estado.

II. Las autonomías indígena originario campesinas podrán ejercer las siguientes competencias compartidas:

4. Control y regulación a las instituciones y organizaciones externas que desarrollen actividades en su jurisdicción, inherentes al desarrollo de su institucionalidad, cultura, medio ambiente y patrimonio natural.

III. Las autonomías indígena originario campesinas podrán ejercer las siguientes competencias concurrentes:

3. Conservación de recursos forestales, biodiversidad y medio ambiente.

Por la lectura de estos artículos podemos resumir y establecer debe existir un “Régimen General de Medio Ambiente” que es exclusiva del nivel central del Estado, es este quien determina los lineamientos generales de lo que el propio Estado entiende por medio ambiente, los delitos y contravenciones a este mismo, y son los otros estamentos, quienes respetando esta política medioambiental pueden ya sea de manera concurrencia o compartida reglamentar mediante los diferentes instrumentos normativos la ejecución de esa política medio ambiental.

Pero a su vez esta política medioambiental no es arbitrario del nivel central, sino que esta obedece a los lineamientos constitucionales, para esto se debe analizar los siguientes Artículos

**Artículo 312.**

III. Todas las formas de organización económica tienen la obligación de proteger el medio ambiente.

**Artículo 316.**

La función del Estado en la economía consiste en:

6. Promover prioritariamente la industrialización de los recursos naturales renovables y no renovables, en el marco del respeto y protección del medio ambiente, para garantizar la generación de empleo y de insumos económicos y sociales para la población.

### **Artículo 319**

I. La industrialización de los recursos naturales será prioridad en las políticas económicas, en el marco del respeto y protección del medio ambiente y de los derechos de las naciones y pueblos indígena originario campesinos y sus territorios. La articulación de la explotación de los recursos naturales con el aparato productivo interno será prioritaria en las políticas económicas del Estado.

La primera directriz que nos da la Constitución es que la organización económica del país (explotación, industrialización, renovación etc., de los recursos naturales) debe respetar el medio ambiente. El problema que implica, en particular este lineamiento, es el contenido de entender lo que el Estado asume como medio ambiente, pues como señalamos *supra* puede darse fácilmente un sentido polisémico al mismo: salud es una forma de medio ambiente, el respeto al ecosistema es medio ambiente, la deforestación es parte del medio ambiente, pero la Constitución a estos aspectos le da un carácter particular –aunque no totalmente autónomo– del medio ambiente.

Sin embargo, donde se regula de manera mucho más taxativa y mucho más orientadora, dándole cierto contenido a lo que debe entenderse por medio ambiente, estableciendo su política, son los Artículos:

**Artículo 342.** Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

**Artículo 343.** La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultado e informado previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente.

### **Artículo 344.**

I. Se prohíbe la fabricación y uso de armas químicas, biológicas y nucleares en el territorio boliviano, así como la internación, tránsito y depósito de residuos nucleares y desechos tóxicos.

II. El Estado regulará la internación y producción, comercialización y empleo de técnicas, métodos, insumos y sustancias que afecten a la salud y el medio ambiente.

**Artículo 345. Las políticas de gestión ambiental se basaran en:**

1. La planificación y gestión participativas, con control social.
2. La aplicación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental y el control de la calidad ambiental, sin excepción y de manera transversal a toda actividad de producción de bienes y servicios que se use, transforme o afecte a los recursos naturales y al medio ambiente.
3. La responsabilidad por ejecución de toda actividad que produzca daños medio ambientales y su sanción civil penal y administrativa por incumplimiento de las normas del medio ambiente.

**Artículo 346.** El patrimonio natural es de interés público y de carácter estratégico para el desarrollo sustentable del país. Su conservación y aprovechamiento para el beneficio de la población será responsabilidad y atribución exclusiva del Estado, y no comprometerá la soberanía sobre los recursos naturales. La ley establecerá los principios y disposiciones para su gestión.

**Artículo 347.**

**I. El Estado y la sociedad promoverán la mitigación de los efectos nocivos al medio ambiente, y de los pasivos ambientales que afectan al país. Se declara la responsabilidad por los daños ambientales históricos y la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.**

II. Quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.



Los lineamientos que nos da la constitución para entender a que se refiere con medio ambiente son:

1. La no alteración del equilibrio ambiental.
2. Consulta sobre cualquier alteración del equilibrio ambiental
3. El manejo por parte del Estado de las sustancias contaminantes
4. La conservación del patrimonio natural de manera exclusiva por el Estado.
5. La reparación, mitigación, compensación de los impactos ambientales.

El más importante para entender a que se refiere nuestra Constitución cuando señala el medio ambiente es cuando se refiere al “equilibrio medio ambiental” pues ya señalamos que nadie está libre de contaminar, es ser humano en su vida, es una fábrica de basura, las empresas para su desarrollo contaminan, etc., o sea, no existe el medio ambiente puro, y la completa prohibición a la no contaminación, pero la referirse al “equilibrio medio ambiental” quiere decir, que esta contaminación no provoque algún cambio a lo ya determinado, por ejemplo, una persona vota su basura con una regularidad de 3 veces por semana, empero si este, empieza acumular su basura, existirá algún efecto por la zona donde vive: el mal olor, acarreamiento de insectos, ratones, lo que produce enfermedades, o sea producirá un cambio al equilibrio ambiental antes establecido. Asimismo el Art. 347(I) en su parte final señala la imprescriptibilidad de los delitos medio ambientales, lo cual confirma lo establecido, la importancia medioambiental como bien jurídicamente protegido.

#### **Artículo 378.**

***I. Las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico,*** su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país, y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente.

**Artículo 379.**

**I. El Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del ambiente.**

II. El Estado garantizará la generación de energía para el consumo interno; la exportación de los excedentes de energía debe prever las reservas necesarias para el país.

Como dijimos al principio de este análisis, y como confirmamos al final, la Constitución maneja de manera pomposa lo referente al medio ambiente, repitiendo constantemente “protección al medio ambiente”, estos últimos artículos –en el referente al medio ambiente, redundan lo extensamente analizado.

### **3.4. LEY 1333 – LEY DEL MEDIO AMBIENTE**

Promulgada desde el 27 de abril de 1992, es el cuerpo legal donde ya empezamos a encontrar normas referentes al control sobre el aire y la atmosfera en los siguientes Artículos.

**Artículo 40.-** Es deber del Estado y la sociedad mantener la atmósfera en condiciones tales que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable.

**Artículo 41.-** El Estado a través de los organismos correspondientes normará y controlará la descarga en la atmósfera de cualquier sustancia en la forma de gases, vapores, humos y polvos que puedan causar daños a la salud, al medio ambiente, molestias a la comunidad o sus habitantes y efectos nocivos a la propiedad pública o privada.

Se establece como daño premeditado, el fumar tabaco en locales escolares y de salud, por ser estos recintos donde están más expuestos menores de edad y personas con baja resistencia a los efectos contaminantes el aire. Se prohíbe el fumar en locales públicos cerrados y en medios de movilización y transporte colectivo.

Los locales públicos cerrados deberán contar con ambientes separados especiales para fumar.

### **3.5. REGULACIÓN NORMATIVA SOBRE LA CONTAMINACIÓN Y CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA DE LOS AUTOMOTORES.**

Lamentablemente cuando se analiza una actividad administrativa en nuestro país, en lo referente a la reglamentación de cierta actividad u obligación de entidades públicas, se choca con un cantidad ampulosa de normas, en este caso son tantos los decretos supremos, que vergonzosamente algunos no llevan ni fecha de emisión, es tanto el caos, decretos que derogan decretos que se remiten a otros derechos, que tienen más de una reglamentación, es tanto así que incluso la propia página oficial de la Gaceta Jurídica de Bolivia señala que no cuenta con toda la normativa correspondiente al cambio de matriz energética de automotor boliviano<sup>80</sup> de lo que se tienen los Decretos Supremos más importantes tenemos los siguientes:

**3.6. Decreto Supremos No. 29563** Emitido en la presidencia del Sr. **Evo Morales Ayma**, el 14 de Mayo de 2005, basado en el Decreto Supremo *No. 27956 de 22 de diciembre de 2004*, y cuyo objeto es reglamentar la Ley N° 3802 de 24 de diciembre de 2007 referida a la conversión de vehículos a Gas Natural Vehicular – GNV en el Departamento de Tarija y establecer los procedimientos para regular el funcionamiento del Fondo Rotatorio. A este decreto se suma el **Decreto Supremo No. 118** emitido en la presidencia del Sr. Evo Morales Ayma, el 6 de Mayo de 2009, cuyo objeto es impulsar el Programa de Conversión de Vehículos a Gas Natural Vehicular – GNV, en el Departamento de Tarija.

---

<sup>80</sup> Algo que llama poderosamente la atención que en la Pagina Oficial de la Gaceta se haga diferencia entre Decretos Supremos y Decretos Presidenciales, este último, en su nomenclatura no tiene asidero constitucional, siendo los únicos reconocidos los Decretos Supremos. [www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo](http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo)

Un decreto del año 2005 y el otro el año 2009, si bien el decreto se refiere a al Departamento de Tarija, se puede observar que las normas no son utilices, necesitando periódicamente una especie de “actualización”

**3.7. Decreto Supremo No. 29629**, emitido en la presidencia del Sr. Evo Morales Ayma, el 2 de junio de 2008, basado también en el Decreto Supremo No. 27956 de 22 de diciembre de 2004, y cuyo objeto es reglamentar el régimen de precios del Gas Natural Vehicular (GNV) en el marco de la Ley de Hidrocarburos N° 3058 de 17 de mayo de 2005. Cuyo principal artículo a resaltar es:

**Artículo 9 (Aporte al Fondo de Conversión - AFC)**

Se crea el Aporte al Fondo de Conversión (AFC) expresado en Bs/m<sup>3</sup>, que deberá ser calculado por la Superintendencia de Hidrocarburos, cuando se actualice el Margen Minorista definido en el Artículo 7 del presente Decreto Supremo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Este artículo señala la creación de un Fondo de conversión, el cual es el coste de 0,20 bolivianos por cada metro cubico de gas natural comercializado, obligadas a realizar cada estación de servicio, que será usado para la conversión de los vehículos, lo que debemos puntualizar es que es la conversión de vehículos tanto del sector público, como del sector privado. Lamentablemente todo este aparatoso sistema normativo tuvo poco impacto sobre la convención de la matriz energética de los vehículos automotores, la última norma aprobada es la ley 133.

**3.8. FUNDAMENTO JURÍDICO.**

Sobre los puntos referido a la Constitución delimita las competencias de todos los estamentos legales, si bien el tema de los hidrocarburos y todo lo referente a este, es competencia privativa del nivel Estado Central conforme el Art. 298 (18), que además concuerda con el Capitulo Primero, Título I, de la Parte Cuarta de la Constitución (Art. 306 y ss.). Este extremo al parecer seria privativo del nivel Central del Estado, esto sí sólo tomamos en cuenta sólo el aspecto

económico que conlleva el cambio de matriz energética sobre los Automotores, pero cuando tomamos en cuenta el aspecto medioambiental del mismo, no existe óbice legal alguno que impida que este se convierta en una competencia concurrida Art. 299 párrafo II inciso 1, esta parte ya fue analizada *supra* en el marco jurídico, empero se debe señalar que, tanto el aspecto económico, como el aspecto medioambiental son inseparables en esta temática, pues ambos sufren una erosión, obviamente cada uno con su propia naturaleza. El primero, con el desangramiento de la subvención a los carburantes, y el segundo con el ya degradante impacto ambiental.

Ningún proyecto podría llevarse a cabo sin el respectivo financiamiento económico, en este punto el fondo de conversión deberá pasar al nivel Municipal canalizado a través del Ministerio de Hidrocarburos, cabe señalar que ya existe por la misma ley de hidrocarburos en su Art. 104 la coordinación de la distribución de gas por redes, asimismo el desembolso económico del nivel central del Estado a los Municipios, solo debe realizarse una vez tratado un diseño final, el cual conlleve una planificación técnico – estructural del mismo.

Si se toma en cuenta los estudios realizados sobre la cantidad de vehículos en el país, que según un estudio alcanza hasta el año 2009 un estimado de 905.870 vehículos con un crecimiento anual del 7.48% lo que nos llevaría a un estimable de 1.094.909 del parque automotor en Bolivia. De este estudio el año 2009 La Paz contaba con un número de 235.742 representado el 26,02% del nivel nacional<sup>81</sup>, lo cual representaría el 26,02% del presupuesto nacional que correspondería estimativamente al Municipio de La Paz.

---

<sup>81</sup> Fuente: REGISTRO ÚNICO PARA LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA MUNICIPAL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA / La Paz, 24 de marzo de 2010

### **3.9 INSTITUCIONES QUE DEBEN CUIDAR EL MEDIO AMBIENTE**

- El Estado mediante el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
- La Sub Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
- Las Alcaldías haciendo prevalecer la preservación al medio ambiente cumpliendo con esta ley mediante v la ejecución de las diferentes ordenanzas y haciéndolas cumplir.
- Las Gobernaciones preservando los centro eco turístico para que estos en lo posible no se degraden.
- La sociedad común cumpliendo la ley del medio ambiente y concientizándose sobre su deterioro y la utilización de energías limpias.

#### **3.10. Legislación Comparada**

Existe un avance significativo en las legislaciones de países vecinos en el cambio de matriz energética en relación a Bolivia:

##### **3.10.1 ARGENTINA**

###### **Decreto109/2007**

###### **Reglamentación de la Ley 26093 que aprobó el régimen de biocombustibles**

Que la **Ley Nº 26.093** aprobó el Régimen de Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles en el territorio de la REPUBLICA ARGENTINA.

Que la diversificación de la oferta de combustibles constituye uno de los ejes de la política nacional en materia de combustibles.

Que la incorporación de Biocombustibles a la matriz energética nacional tiene sustento en la necesidad de promover el uso de combustibles que comprometan en la menor medida posible el medio ambiente, en el marco de una política consistente con la aspiración plasmada en el Artículo 41 de la CONSTITUCION NACIONAL.

Que debe fomentarse el desarrollo de toda la cadena de negocio de los Biocombustibles, facilitando las tramitaciones, y el acceso a los beneficios

promocionales establecidos en la Ley N° 26.093, de conformidad con los criterios y objetivos establecidos en la referida ley.

Que la promoción de Biocombustibles constituye una política adecuada para enfrentar los desafíos de abastecimiento que tiene el país en el marco de una economía en crecimiento.

Que deben adoptarse dentro de las distintas esferas y jurisdicciones del Gobierno Nacional medidas conducentes a los fines de favorecer la introducción y uso de Biocombustibles en el mercado nacional.

Que las actividades de producción, mezcla, distribución, comercialización, consumo y uso sustentables de Biocombustibles serán reguladas de conformidad a lo previsto en los Artículos 2º, 3º y 6º de la Ley N° 17.319, con excepción de lo previsto en la Ley N° 26.093, y en esta, su reglamentación.

Que atento lo establecido en el Artículo 2º de la Ley N° 26.093, en la Ley de Ministerios N° 22.520 (texto ordenado por Decreto N° 438 de fecha 12 de marzo de 1992), y sus modificatorias y normas complementarias, y en el Decreto N° 1142 de fecha 26 de noviembre de 2003, la Autoridad de Aplicación de la Ley N° 26.093 será el MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL, INVERSION PUBLICA Y SERVICIOS a través de la SECRETARIA DE ENERGIA, en virtud de su competencia técnica y funcional, la índole de las materias involucradas, y las responsabilidades políticas de las medidas a adoptar en cada momento.

Que en cuanto a la aplicación de los criterios de priorización de proyectos promocionales establecidos en la Ley N° 26.093, la competencia corresponde al MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL, INVERSION PUBLICA Y SERVICIOS.

Que en función del Artículo 3º de la Ley N° 26.093 corresponde establecer que la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles, funcionará en el ámbito de la

SECRETARIA DE ENERGIA del MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL,  
INVERSION PUBLICA Y SERVICIOS.

Que resulta necesario reglamentar la manera en que los incentivos fiscales, destinados a promover la inversión en plantas productoras de Biocombustibles, se dirijan de forma prioritaria a las Pequeñas y Medianas Empresas, al desarrollo de las economías regionales y a los productores agropecuarios, a fin de evitar la concentración de la oferta de Biocombustibles en nuestro país.

Que asimismo corresponde garantizar a los beneficiarios de la ley el ingreso cierto al mercado.

Que resulta conveniente que la Autoridad de Aplicación cree un registro especial a los efectos de llevar un adecuado control de los sujetos que decidan producir, mezclar y comercializar Biocombustibles en el país, lo cual permitirá realizar un seguimiento de las actividades promocionadas a desarrollar, auditar el cumplimiento de la normativa técnica y de seguridad que resulte de aplicación, y asegurar un control adecuado de la calidad de los Biocombustibles que se producen en el Territorio Nacional.

Que resulta necesario definir las condiciones básicas con arreglo a las cuáles los sujetos interesados podrán acceder a los beneficios previstos en la Ley Nº 26.093.

Que, además, se hace necesario definir el concepto de autoconsumo contemplando a las personas físicas o jurídicas constituidas de conformidad con el inciso b) del Artículo 13 de la Ley Nº 26.093 y establecer los alcances de los beneficios promocionales para dichos beneficiarios.

Que atento al Régimen sancionatorio establecido en el Artículo 16 de la Ley Nº 26.093, resulta necesario establecer el procedimiento a seguir a los efectos de su aplicación, asegurando el derecho de defensa.



Que la Dirección General de Asuntos Jurídicos del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION ha tomado la intervención que le compete conforme a lo establecido en el Artículo 9º del Decreto N° 1142 de fecha 26 de noviembre de 2003.

Que la presente medida se dicta en uso de las facultades emergentes del Artículo 99, incisos 1 y 2 de la CONSTITUCION NACIONAL y lo prescrito por el Artículo 2º de la Ley N° 26.093.

### **3.10.2 BRASIL**

La Ley 11.097 es un cuerpo legal que modifica las leyes 9478 del 6 de agosto de 1997; la ley 9847 del 26 de octubre de 1999; y, la ley 10636 del 30 de diciembre del 2002, a través de las cuales se establece la introducción del biodiesel en la matriz energética nacional. Está contenida en dieciocho artículos.

La Ley 11.116 establece el Registro Especial de productor o importador de biodiesel en la Secretaría de Renta Federal del Ministerio de Hacienda; y modifica las leyes 10451 del 10 de mayo del 2002; y, la ley 11097 del 13 de enero del 2005. Está compuesta por cuatro capítulos y diecinueve artículos que tratan de:

**Capítulo I.-** Del registro especial de productor o importador de biodiesel: causales de cancelación del registro.

**Capítulo II.-** De las alícuotas de las contribuciones: Alícuotas para los impuestos PIS/PASEP y COFINS; porcentajes.

**Capítulo III.-** Penalidades (infracciones y sanciones).

**Capítulo IV.-** Disposiciones generales: Competencias de la Agencia Nacional del Petróleo ANP sobre la materia; sanciones por incumplimiento de las disposiciones legales; reducción de la emisión de gases de efecto invernadero; y, modificaciones a las leyes anteriormente citadas.

La Ley 693, Normas sobre el Uso de Alcoholes Carburantes, está contenida en cuatro artículos mediante los cuales se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo; plazos para la implementación de la norma; régimen de libre competencia para la cadena productiva del alcohol no potable; responsables de la mezcla del etanol carburante con el combustible base; importancia del etanol para el saneamiento ambiental, la autosuficiencia energética del país y dinamizador de la producción agropecuaria y del empleo productivo agrícola e industrial.

La Ley 939, Estímulos a la Producción y Comercialización de Biocombustibles, está contenida en diez artículos que tratan de exenciones tributarias a la renta por el aprovechamiento de cultivo de cacao, caucho, palma de aceite, cítricos y frutales; modificación al Estatuto Tributario respecto del gravamen que pesa sobre el trigo y morcajo (tranquillón); definición de biocombustibles y enumeración de los productos que se consideran dentro de este rango; indicación de los aspectos que serán desarrollados por el reglamento de la Ley; mandato para que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural fomenten el cultivo de oleaginosas que se requieran como materia prima para la obtención de biocombustibles; exención del impuesto a las ventas y del impuesto global al ACPM para el biocombustible de origen vegetal o animal que se destine a la mezcla con ACPM.

### **3.10.3. PARAGUAY**

La Ley 2.748 está compuesta de seis capítulos y veintiún artículos que tratan de:

**Capítulo I.-** Finalidad de la ley; definición de biocombustibles; declaratoria de interés nacional a la producción de biocombustibles.

**Capítulo II.-** Autoridad de Control y Procedimiento.- Designación de la Autoridad de control, procedimiento para acceder a los beneficios promocionales; mandato al Ministerio de Agricultura y Ganadería de promover

y fiscalizar la producción de materias primas a ser utilizadas en la elaboración de biocombustibles.

**Capítulo III.-** Beneficios impositivos.

**Capítulo IV.-** Obligatoriedad de Mezcla

**Capítulo V.-** Sanciones.

**Capítulo VI.-** Disposiciones de forma.

### **3.10.4. PERÚ**

La Ley 28054, Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles, está contenida en cinco artículos y cinco disposiciones complementarias y transitorias.

En el articulado se fijan los objetivos de la Ley; definición de biocombustibles; políticas generales; uso de biocombustibles; y, programa de cultivos alternativos.

Por su parte, las disposiciones transitorias se refieren a la creación del Programa de Uso de Biocombustibles – PROBIOCOM; la creación de una Comisión Técnica encargada de proponer y recomendar las normas complementarias para el cumplimiento de esta ley; el mandado para reglamentar la ley a cargo del Poder Ejecutivo.

### **3.10.5. NICARAGUA**

Nicaragua genera el 48,41% de su energía con fuentes renovables y el 51,59% con recursos fósiles, lo que supone un "récord positivo" y sin "precedentes" en la historia de este país, informó el martes el Ministerio de Energía y Minas.

Esa cartera estatal indicó en un comunicado que la energía geotérmica, de biomasa, hidroeléctrica y eólica, representan el 48,41% del total que produce Nicaragua, un país hasta ahora dependiente de los derivados del petróleo. Actualmente Nicaragua genera 401,3 megavatios de la energía que se sustenta con fuentes renovables.

Del total de energía renovable, el 15,72% se genera en las plantas geotérmicas San Jacinto Tizate y Momotombo, en el Pacífico, detalló ese Ministerio. El 13,14% se produce en ingenios con desecho de caña, el 12,23% en las hidroeléctricas Centro América y Carlos Fonseca, y el 7,32% con la eólica.

La institución estatal destacó que, por ahora, Nicaragua "cuenta con una matriz de generación compuesta por energía térmica", producida por las plantas Che Guevara y Hugo Chávez, financiadas por Venezuela; así como las generadoras privadas TipitaPower, Corinto y Censa, entre otras.

Nicaragua genera 829 megavatios de energía y su demanda máxima es de 540 megavatios, lo que deja una reserva de 289 megavatios. Nicaragua proyecta generar el 90% de la energía con fuentes renovables en 2017, según el Gobierno.

El titular del Ministerio de Energía y Minas, Emilio Rappaccioli, dijo que mediante el Plan Indicativo de Expansión de la Generación para el período 2011-2016 se añadirán 646,3 megavatios de energía renovable, para totalizar 1.044,6 megavatios. De esos 646,3 megavatios, 177 serán geotérmicos, 352,2 hidroeléctricos y 117,1 eólicos, precisó.

Además, el funcionario anunció la puesta en marcha de un programa para el desarrollo y promoción de eficiencia energética. Con ese programa, explicó, Nicaragua espera disminuir su factura eléctrica al adoptar 13 normas técnicas obligatorias de eficiencia energética, de las que 10 están vigentes.

# CAPÍTULO IV

## MARCO PRÁCTICO

### “MECANISMOS JURÍDICOS QUE RESPALDEN EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DEL PAÍS PARA PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE”

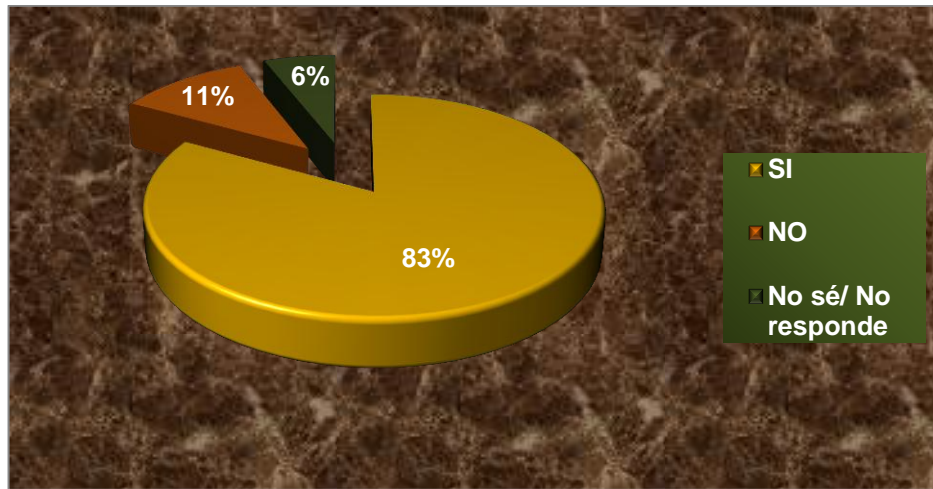
A continuación se describen los resultados encontrados en el trabajo de campo efectuado a través de la aplicación de encuestas, el mismo que ha permitido recabar información de quienes están directamente involucrados en el sector del transporte tanto público como privado.

#### 4.1. DESCRIPCION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### ITEM 1

PREGUNTA	SI	NO	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
1.- Estaría de acuerdo con que el Gobierno lleve adelante un cambio de matriz energética en Bolivia	83	11	6	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### COMENTARIO ITEM-1

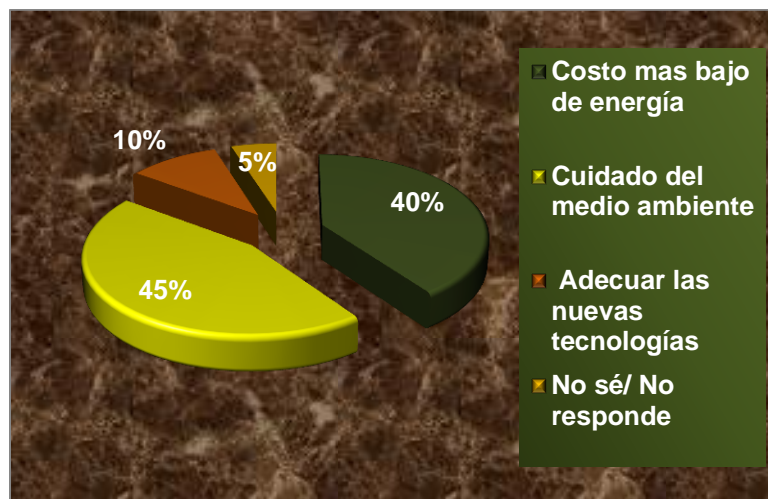
El 83% de los encuestados responde afirmativamente, señalando que estarían de acuerdo con que el Gobierno lleve adelante un cambio de matriz energética en Bolivia. Un 11% indica que no y un 6% no responde.

Lo que lleva también a inducir que los transportistas están de acuerdo con el proceso de transformación de la matriz energética en el país.

### ITEM 2

PREGUNTA	COSTO MAS BAJO DE ENERGÍA	CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	ADECUAR LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
Cuáles serían las ventajas de un cambio de matriz energética en Bolivia	40	45	10	5	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### COMENTARIO ITEM-2

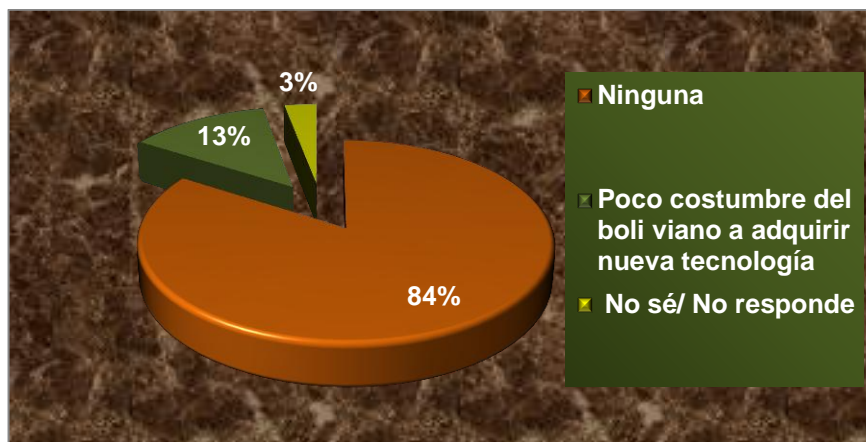
Las respuestas que se lee, dan cuenta de la preocupación de los encuestados por el medio ambiente (45%) y luego por la incidencia positiva en bajar el costo del uso del energético automotor (40%).

También un 11% de ello señalan que de esta manera se estaría entrando a una nueva etapa del uso de tecnologías modernas que contribuyen a evitar mayor degradación del medio ambiente.

### ITEM 3

PREGUNTA	NINGUNA	POCA COSTUMBRE DEL BOLIVIANO A ADQUIRIR NUEVA TECNOLOGÍA	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
Cuáles serian las desventajas de un cambio de matriz energética en Bolivia	84	13	3	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### COMENTARIO ITEM-3

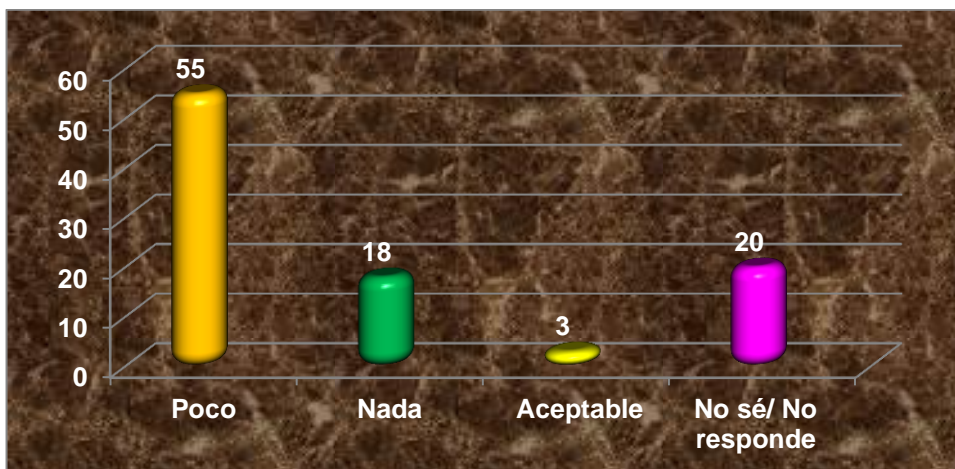
Las respuestas halladas señalan que el 84% de los encuestados no hallan ninguna desventaja o efecto negativo en el cambio de matriz energética en Bolivia. Un 13% indican que existe poca costumbre del boliviano por adquirir una nueva tecnología ya adecuarse a ella. Esta respuesta y la anterior demuestran el interés y de los transportistas por que este proceso se haga realidad al menor tiempo posible.

### ITEM 4

PREGUNTA	POCO	NADA	ACEPTABLE	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
Cree usted que hasta la fecha se han hecho esfuerzos por parte del gobierno para lograr este cambio de matriz energética	55	18	3	20	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.





Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

#### **COMENTARIO ITEM - 4**

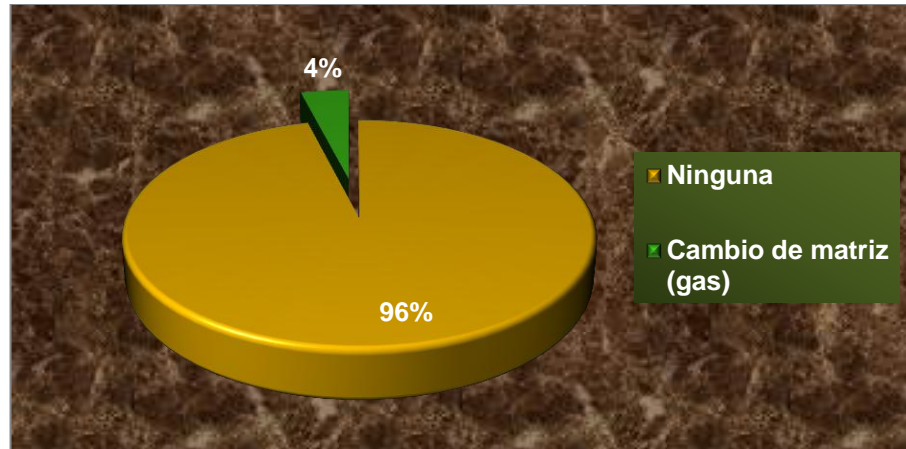
El 55% de los encuestados señala que es poco aún el esfuerzo realizado por parte del Gobierno actual, para lograr este cambio de matriz energética. El 18% indica que no se han hecho aún esfuerzos serios por lograr resultados perceptibles, el 20% no sabe o no responde.

La percepción de los encuestados demuestra que los logros estatales concretos en esta materia, tan importante para el transportista como por el conjunto de la ciudadanía no ha recibido la atención que merece y los esfuerzos del Gobierno no han sido suficientes como para mostrar logros cuantitativamente mensurables.

#### **ITEM 5**

PREGUNTA	NINGUNA	CAMBIO DE MATRIZ (GAS)	TOTAL
Qué medidas efectuadas por el Gobierno hasta la fecha, de cambio de matriz energética en el autotransporte le han beneficiado	96	4	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### COMENTARIO ITEM- 5

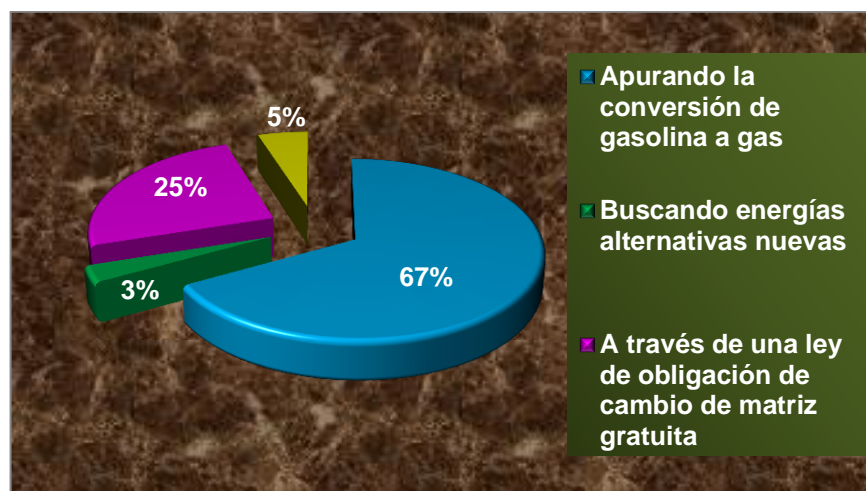
El 96% de los encuestados afirma que hasta la fecha, del proceso de cambio de matriz energética en el autotransporte no ha recibido ningún beneficio. Solo un 4% afirma que se ha beneficiado de este cambio de matriz energética.

Estas respuestas permiten inducir que aún el efecto o el impacto de transformación de matriz energética es mínima. Debiendo avanzarse con mayor celeridad como para alcanzar las metas planteadas.

### ITEM 6

PREGUNTA	APURANDO LA CONVERSIÓN DE GASOLINA A GAS	BUSCANDO ENERGÍAS ALTERNATIVAS NUEVAS	A TRAVÉS DE UNA LEY DE OBLIGACIÓN DE CAMBIO DE MATRIZ GRATUITA	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
De acuerdo a usted, cómo el Gobierno actual podría apurar el cambio de matriz energética en automotores, evitando una mayor degradación del medio ambiente	67	3	25	5	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

#### ITEM 7

PREGUNTA	CONVENIO CON SINDICATOS PARA ACELERAR LA TRANSFORMACIÓN	CUMPLIENDO LOS PLAZOS ESTABLECIDOS MEDIANTE LEY	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
Cómo podrían apoyar los transportistas este cambio de matriz energética	45	10	45	100

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### **COMENTARIO ITEM- 7**

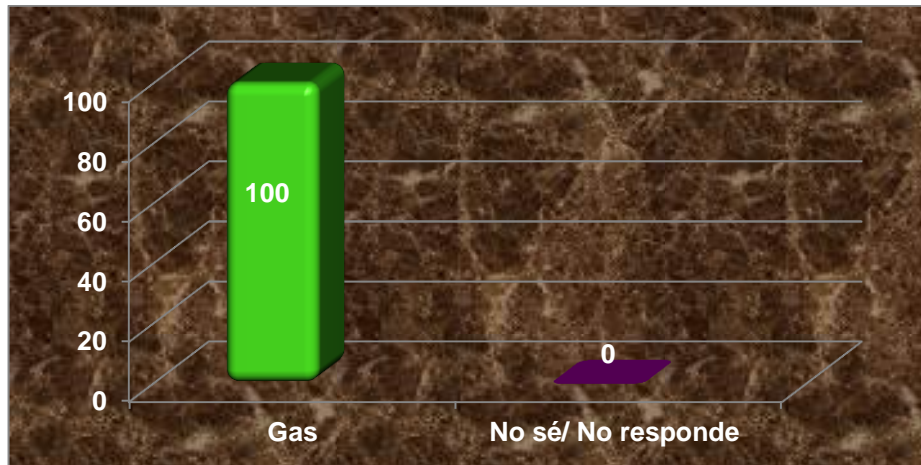
El 45% de los encuestados señalan que los transportistas podrían apoyar a este cambio de matriz energética con mayor eficacia si se suscribieran convenios los sindicatos para acelerar la transformación.

El 10% indica que ese apoyo estaría dado si los transportistas cumplieran los plazos estipulados para que cambien la matriz energética de sus automotores.

### **ITEM 8**

<b>PREGUNTA</b>	<b>GAS</b>	<b>NO SE/ NO RESPONDE</b>	<b>TOTAL</b>
Con qué tipo de energía para el funcionamiento de los automotores estaría de acuerdo	100	-	100
<b>TOTAL</b>			

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

**COMENTARIO ITEM- 8**

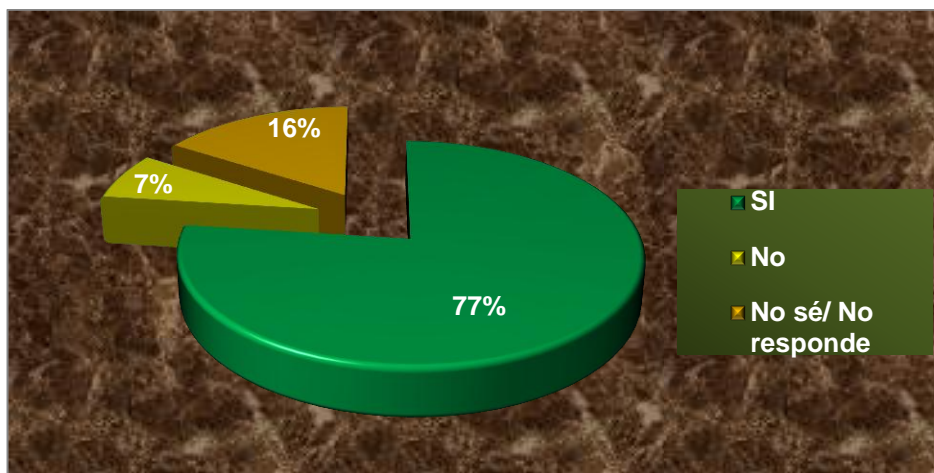
El 100% de los encuestados responde que estarían de acuerdo que para el funcionamiento de los automotores se emplee el gas.

Lo que demuestra que falta mayor comprensión de la temática y el poder afrontar con mayores iniciativas alternativas energéticas para el transporte masivo automotor.

**ITEM 9**

PREGUNTA	SI	NO	NO SE/ NO RESPONDE	TOTAL
Cree que financieramente es posible el cambio de matriz energética en el país.	77	7	16	100
TOTAL				

Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.



Fuente. Elaboración propia en base a encuestas.

### **COMENTARIO ITEM- 9**

El 77% responde que financieramente es posible el cambio de matriz energética en el país. Un 16% afirma que no sabe o no responde y el 10% responde negativamente.

Efectivamente, el grupo social que va recibir beneficio de este cambio de matriz energética en el parque automotor, tiene gran interés porque se haga efectiva las disposiciones normativas que alientan financieramente el proyecto.

## **4.2 NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN LA PAZ - BOLIVIA**

Con base a la investigación documental se ha recabado informes de estudios relacionados con la contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz por efecto de la emisión de gases por parte del parque automotor. Estos estudios se describen a continuación:

Está demostrado que la contaminación ambiental, produce alta mortalidad y exacerbaciones de enfermedades pulmonares crónicas inflamatorias, como el asma, la bronquitis crónica, (EPOC), rinitis alérgica, isquemia del miocardio y otras enfermedades cardio – respiratorias.

En el año 2004 el proyecto Aire Limpio, con financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE y Swiscontact, forman la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire, Red Mónica, en La Paz, El Alto y Santa Cruz<sup>82</sup>.

Existen pocos estudios en Bolivia acerca de las consecuencias de la contaminación ambiental en la salud. Un estudio realizado en la ciudad de Cochabamba por la Red MONICA revela que existe estrecha relación entre la contaminación ambiental por dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y enfermedades respiratorias agudas en niños menores de 5 años.

Otro estudio en la ciudad de La Paz, realizado por Aldunate al<sup>83</sup> analizó la calidad del aire constatando que las concentraciones de material particulado (PM10) no sobrepasan los límites máximos permisibles, no obstante se registraron efectos significativos sobre la salud de la población, con incrementos de 23% en el número de casos de enfermedades de las vías respiratorias inferiores y de 46% en el número de casos de enfermedades de las vías respiratorias superiores; ambos, después de 12 días de haberse registrado exposiciones agudas con incrementos de 20 µg/m<sup>3</sup> en las concentraciones de PM10.

Muchos autores y la misma Red Mónica han venido desarrollando estudios en relación a la cantidad de sustancias tóxicas que se eliminan de los escapes de los autos. El estudio, obtuvo como resultado alarmante, que en Bolivia sólo el 15% de los vehículos aprobaban las normas de emisión de gases para monóxido de carbono e hidrocarburos, por tanto el 85 % no cumplen con las mínimas normas de emisión de gases de escape<sup>84</sup>.

El año 2008 en Bolivia se aprobaron nuevas normas sobre la calidad del aire por el Instituto Boliviano de Normatización y Calidad (IBNORCA), las cuales incluyen límites máximos permisibles de emisión (NB 62011), contextualizados

---

<sup>82</sup>Swiscontact. Semanas del aire limpio en Bolivia. Marzo 2004, pág. 23.

<sup>83</sup>Aldunate P, Paz O, Halvorsen K. Los efectos de la Contaminación Atmosférica por PM<sub>10</sub> sobre la salud de La Paz – Bolivia (3650 m.s.n.m). Act. Nova. 2006; 3 (2).

<sup>84</sup>MoniCA. Informe Nacional de la Calidad del Aire 2008-2009. Ministerio de Medio Ambiente y Agua MMayA- Bolivia. 11-28. La Paz- Bolivia, Mayo 2010.

en base a información existente en el país, metodologías para la determinación de contaminantes criterio (NB 62012 – 62017) y los índices de contaminación atmosférica (NB 62018). Estas normas no son aplicables, ya que en Bolivia rige la Ley 1333 del Medio Ambiente con un marco legal y un reglamento específico. Sin embargo son considerados como parámetros para el análisis y la interpretación de los monitoreos ambientales.

En los monitoreos ambientales realizados en el país se consideran también valores de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y el Reglamento de Materia de Contaminación Atmosférica Ley 1333 (RMCA) de Bolivia. Un número reducido de contaminantes denominados criterio, son los más abundantes y comunes, y son indicadores de contaminación ambiental. Estos contaminantes criterio son: el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), el dióxido de azufre(SO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COV), material particulado (PM) y plomo (Pb).

El efecto sinérgico de los diferentes gases, es mucho más serio que su impacto individual. Muchos gases reaccionan con la luz solar produciendo otros reactivos como son el ozono, con sus respectivos efectos sobre la salud y el medio ambiente. **Uno de los combustibles más usados por la población que se dedica al autotransporte es el diesel, que emite 100 veces más nocivos ambientales que otros combustibles y es el preferido por costos y por su energía superior, emite 75% de NO<sub>x</sub> y casi 100% de material articulado.**

El alto contenido de sustancias contaminantes en los combustibles, desgasta los motores y provoca altas emisiones de azufre, material articulado y otros contaminantes ambientales, la concentración de estas sustancias es mayor en sitios donde existe mayor concentración de vehículos y con mayor flujo vehicular peatonal, las zonas con estas características son el centro de la ciudad de La Paz (Plaza de Los Héroes, San Francisco), Illampu, esquina Santa



Cruz, Tumusla, Garita de lima, Buenos Aires, Av. Saavedra en Miraflores, Villa Fátima y la Ceja de El Alto<sup>85</sup>.

Las partículas PM<sub>10</sub>, determinan la presencia de tos crónica y nocturna, disminución de la función pulmonar y cambios inflamatorios en la vía aérea.

**La ciudad de La Paz (3600 m) y la ciudad de El Alto (3.990 ceja de El Alto y 4.050 aeropuerto), se encuentran a una altura que implica la presencia de hipoxia hiperbárica, hecho que limitan la combustión de los hidrocarburos y obligan a un gran esfuerzo de los automotores para vencer las pronunciadas cuestas que son la característica topográfica de la ciudad de La Paz.**

Los mayores problemas de contaminación se producen cuando se presentan una combinación del alto tráfico, elevación de la temperatura ambiente sin viento y altura como es el caso de la ciudad de La Paz y la ciudad de El Alto. A mayor altura y temperatura se tiene una disminución de la presión barométrica, reduciendo la cantidad del aire atmosférico y como consecuencia el oxígeno al motor, dando como resultado, efectos directos en la combustión y gases de escape del motor en movimiento.

Existe una gran cantidad de vehículos de transporte público que circulan por la ciudad tanto de La Paz como la ciudad de El Alto. En la ceja de El Alto el número de vehículos circulantes en el 2003 era de 3.838 vehículos /hora, este gran número de vehículos circulantes aumenta en las denominadas horas pico, siendo en estos momentos, la eliminación de gases mayor.

Por otro lado la baja velocidad de circulación de los vehículos que transitan, es otro factor que aumenta la contaminación ambiental y se sabe que en la ciudad de La Paz y en El Alto los vehículos de transporte público se desplazan a velocidades mínimas, uno por conseguir pasajeros y otro por las malas condiciones en las que se encuentra el motor. El pulmón constituye un blanco para las enfermedades ambientales y una importante vía de penetración para

---

<sup>85</sup> León Calvimontes W. Verificación y cuantificación de gases contaminantes producidos por automóviles en la Ceja de El Alto. [Proyecto de grado] La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2003. Pág 70-71.

los contaminantes atmosféricos, el 70% del aire inspirado que llega hasta los alvéolos, franquea las defensas del aparato respiratorio. El daño puede ser mayor cuando el ser humano vive en un ambiente con hipoxia hiperbárica, el ambiente de altura es un complejo ecológico multifactorial no sólo por la disminución de la presión barométrica y la consiguiente hipoxia, sino también por el aire frío y seco, los cambios en la alimentación, el hábitat y las costumbres de sus habitantes, factores que de una u otra manera intervienen en el proceso de aclimatación<sup>86</sup>.

**El nivel de contaminación por material particulado (PM10), registrado en la ciudad de La Paz, no sobrepasa el valor de 150 µg/m<sup>3</sup> comparado con el promedio de 24 hrs. del RMCA, pero comparado con los valores guía de la OMS, de 50 µg/m<sup>3</sup> los niveles registrados 75 µg/m<sup>3</sup> sobrepasan este valor límite<sup>87</sup>.**

Los resultados del monitoreo de NO<sub>2</sub> en El Alto, muestran mayor concentración de nocivos ambientales. Los promedios anuales son superiores al valor guía establecido por la OMS de 40 µg/m<sup>3</sup>, pese a que el flujo vehicular pueda ser similar al del centro de la ciudad de La Paz, los valores de NO<sub>2</sub> son superiores sobre todo porque en la ciudad de El Alto circulan vehículos más antiguos y por tanto con mayor grado de contaminación.

Este estudio señala que a través de la realización conjunta de los tres exámenes ha permitido establecer entre los agente de parada una elevada y alarmante prevalencia de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Enfermedad Pulmonar Intersticial y otras patologías pulmonares crónicas.

**El organismo Operativo de Tránsito dependiente de la Policía Boliviana, no toma las medidas acertadas para controlar y evitar la proliferación de este tipo de vehículos, no se sanciona a los infractores, permitiendo la circulación de**

---

<sup>86</sup> Paz Zamora M, Vargas Pacheco E, ErguetaCollao J, AntezanaAlvestegui G, Pinto Morales E. Estudio Funcional respiratorio en pacientes con Eritrocitosis secundaria a patología broncopulmonar. La Paz 3500 m. Anuario 1971 – 1973. Instituto Boliviano de Biología de Altura. La Paz – Bolivia. p. 52 – 57.

<sup>87</sup> Las cifras fueron registradas en lugares con alto tráfico vehicular (zona Central, Cotahuma y San Francisco)

vehículos en mal estado, existe uso inadecuado de combustible, siendo que son ellos mismos los afectados al estar expuestos a la contaminación determinada por estos vehículos.

La mayoría de las políticas de salud convergen en agotar esfuerzos para disminuir prevalencias de enfermedades agudas y de alta mortalidad, así que se da poca o nada de importancia a las enfermedades crónicas invalidantes, precisamente porque son crónicas y diagnosticadas tardíamente o no se llegan a diagnosticar nunca.

Es importante que el Ministerio de Salud, órgano gubernamental, que debe encargarse de promover salud, busque programas educacionales dirigidos a los miembros de la Policía Nacional, a fin de que ellos conozcan los resultados de éste y otros estudios.

**Es importante divulgar la ley medioambiental en las escuelas y colegios, así como también en las escuelas dependientes de la Policía Boliviana.**

Los organismos gubernamentales deben sancionar drásticamente a los infractores, aplicando la Ley medioambiental rigurosamente, así como la unidad operativa de tránsito debe sancionar drásticamente a los conductores infractores que conducen automóviles en mal estado.

**Por su parte un estudio efectuado por la Unidad de Calidad Ambiental del municipio paceño, el año 2010, menciona que más del 70 por ciento de la contaminación del aire es el producto de la emanación de gases tóxicos de los vehículos, tanto de transporte público como privado.** Según varios expertos en salud, la emanación de esas sustancias provoca serios daños al organismo humano, desde problemas respiratorios y visuales hasta enfermedades como el cáncer, además de que contribuye a la extinción de especies del reino vegetal.

**Según la investigación, se calcula que el 90 por ciento de la contaminación atmosférica en las ciudades del país es a causa de emisión de gases tóxicos por vehículos y camiones de alto tonelaje.** Menos del 30 por ciento del parque automotor tiene un nivel permisible de emisión de dióxido

de carbono. **Los motorizados a diesel son los que más altos niveles de contaminación generan a diario.** El informe establece también que la mayor concentración de tóxicos a raíz de los gases de automóviles se concentra en las avenidas Montes, Mariscal Santa Cruz, 16 de Julio y Villazón, además de las calles adyacentes, porque la circulación de vehículos es intensa.

Entre las alternativas para reducir la elevada contaminación ambiental, el estudio sugiere la elaboración de normas estrictas para controlar la emanación de gases por los vehículos. Otra propuesta tiene que ver con iniciar una campaña periódica para conductores. Según algunos expertos en gas natural, la instalación de ese energético en las moviudades, en reemplazo de la gasolina, generará una reducción en la emanación de gases tóxicos. Las compañías de vehículos en el contexto mundial invierten millones de dólares en investigar cómo poder reducir los niveles de contaminación.<sup>88</sup>

**En otro estudio se coincide que en Bolivia más del 70 por ciento de la contaminación del aire se genera por la emisión de gases de los vehículos,** advierte un estudio realizado entre 2008 y 2009 por el Vice ministerio de Medioambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal. El análisis ejecutado con el apoyo de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red Mónica) en La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz muestra un crecimiento sostenido de la contaminación en las ciudades del eje central debido principalmente al incremento del parque automotor, siendo uno de los parámetros más críticos el material particulado ultrafino (PM10), seguido de ozono (O3) y óxidos de nitrógeno.

**Los gases de escape contienen monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO), partículas menores a 10 micras (PM10) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Todas estas sustancias son contaminantes que dañan a la salud humana, a las plantas y al medio ambiente.** Según el informe, la ciudad con mayores problemas de

---

<sup>88</sup>Aldunate P, Paz O, Halvorsen K. Los efectos de la Contaminación Atmosférica por PM<sub>10</sub> sobre la salud de La Paz – Bolivia (3650 m.s.n.m). Act. Nova. 2006; 3 (2).

contaminación sigue siendo Cochabamba por el incremento “desmesurado” del parque vehicular, congestión y desorganización del transporte, además de la morfología de la urbe, caracterizada por inversiones térmicas y baja capacidad de ventilación al ser un valle cerrado. Otra capital que también muestra concentraciones de polución, inclusive superiores a las de Cochabamba, en algunas épocas del año es Santa Cruz, aunque se registró un descenso de la contaminación por chaqueo.

Por su parte, **La Paz no muestra señales de reducción de la contaminación** en todos sus parámetros. Las razones son muy claras y será importante ver si la tendencia se mantiene cuando se habiliten nuevamente todas sus avenidas del centro de la ciudad que se encuentran en remodelación, señala el estudio.

En el caso de El Alto presenta en sus zonas de alto tráfico vehicular mayores problemas de dióxido de nitrógeno. Las causas son la congestión vehicular y parque vehicular antiguo y contaminante. En cuanto a la campaña de monitoreo en las ciudades fuera del eje troncal, (Sucre, Potosí, Oruro, Cobija, Trinidad y Tarija) pese al corto periodo de medición, se puede apreciar concentraciones significativas de ozono y material particulado, debido a razones muy variadas como polvo suspendido, hidrocarburos volátiles emitidos por motocicletas<sup>89</sup>.

A esto se suma el problema de los autos indocumentados, al margen de incrementar el parque automotor ya colapsado la ciudad de La Paz, es el desconocimiento de la calidad de sus motores y todo el sistema interno, que puede representar la generación de una mayor contaminación en el aire, el parque automotor de la ciudad de La Paz, es bastante antiguo y esto representa evidentemente riesgos en el medio ambiente por la calidad del aire.

Es así que los efectos ambientales de legalizar decenas de miles de vehículos con más de diez años de antigüedad y la consecuente contaminación, producto de las emisiones de dióxido de carbono en cantidades elevadas debido al nivel de desgaste de sus motores, van en contra de la pregonada defensa de la Madre Tierra, pues los niveles de acumulación de ozono nocivo para la

---

<sup>89</sup> FUENTE: Fundación Suiza de Corporación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact).

población en las principales capitales de nuestro país, se elevarán considerablemente con consecuencias en la salud, principalmente de los niños y los ancianos.

Los riesgos se presentan cuando los motores pueden no estar en óptima calidad, representando fuentes altamente tóxicas y nocivas para las personas, por ello si se avanza en políticas de protección y remediación, no se puede volver a dar pasos atrás aseguró el experto.

**4.3** La Ley 11.116 establece el Registro Especial de productor o importador de biodiesel en la Secretaría de Renta Federal del Ministerio de Hacienda; y modifica las leyes 10451 del 10 de mayo del 2002; y, la ley 11097 del 13 de enero del 2005. Está compuesta por cuatro capítulos y diecinueve artículos que tratan de:

**Capítulo I.-** Del registro especial de productor o importador de biodiesel: causales de cancelación del registro.

**Capítulo II.-** De las alícuotas de las contribuciones: Alícuotas para los impuestos PIS/PASEP y COFINS; porcentajes.

**Capítulo III.-** Penalidades (infracciones y sanciones).

**Capítulo IV.-** Disposiciones generales: Competencias de la Agencia Nacional del Petróleo ANP sobre la materia; sanciones por incumplimiento de las disposiciones legales; reducción de la emisión de gases de efecto invernadero; y, modificaciones a las leyes anteriormente citadas.

#### **4.3** ANALISIS SOCIOLOGICO JURIDICO Y POLITICO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA PAZ - BOLIVIA

Quiero hacer notar que pese a este articulado de leyes de protección al M.A. no se cumplen, ya que en la practica el nevado Chacaltaya ya no existe, luego bajamos de la ciudad del Alto en las mañanas a la altura del peaje vemos que sobre la ciudad de La Paz existe una capa de smog (niebla toxica) como

resultado del incumplimiento de todo este enjambre de leyes, por ejemplo: el Cap III de la Evaluación y Control de la contaminación atmosférica, en fuentes móviles art. 39 de la Ley 1333 M.A. arts. 40-41-42-43-44-45-46- (en especial ver este artículo por su contenido), y 47, ¿ Que hace el poder central o ejecutivo del Estado Plurinacional que a nombre de la protección de la PACHA MAMA hace políticas solo de engaño ? Indican que protegen el M.A. y que porque somos un país sub desarrollado no contaminamos, ¡¡¡eso es Mentirá!!! ya que el parque automotor, en estos últimos años creció más del 70 %, hasta el año 2011 aproximadamente 930.000 vehículos del parque automotor en La Paz y El Alto, ahora contamos con más de 1.500.000 movibilidades, según informe de la Swiss Contac, y el monitoreo de la red Monicá Alcaldía de la ciudad de La Paz . Esto lo comprobamos ya que la saturación se ve cuando voy de la zona sud al centro de la ciudad de La Paz, ahora tardo mucho más en llegar a el prado, o a la Pérez Velasco, ó en el Alto que por ejemplo: salgo de mi casa que queda cerca al la zona franca, kilometro 7 carretera a Oruro, antes llegaba a la ceja en 10 minutos y me dejaban en la calle uno (1) , ahora me dejan en la calle 4 ó 5 y llego a la ceja en 45 minutos, ¿por qué?, porque

el parque automotor en el alto a crecido en una forma descontrolada y lo peor aquí circulan camiones de gran tonelaje y buses gigantes, tráileres (todos estos a diesel), y toda clase de vehículos medianos y livianos. A todo esto no existe la restricción de placas que efectúa la Alcaldía en la ciudad de La Paz. Habiendo aumentado las enfermedades cardio respiratorias y crónicas como la rinitis y alergias como el asma, provocando la muerte de niños recién nacidos y personas de la 3era edad. Son los más vulnerables, esto lo informa O.M.S, y la O.P.S Organización Panamá Salud.

¿Qué hacen las gobernaciones a nivel departamental, alcaldías, el ministerio de desarrollo, y M.A. acompañados de una sub secretaria del M.A. Aparte que existe en la ley 1333 un reglamento en materia de contaminación atmosférica?

Tal vez esperan que se descongele el Illimani ó el Huayna Potosi, entonces tal vez recién quieran hacer cumplir la Ley del medio ambiente, que en forma

demagógica solo queda en el papel. Además que no existe ninguna ley en forma específica que proponga el cambio de matrices energéticas para la protección del medio ambiente en una forma integral (aire, agua, tierra, bosques y vida en general). Todo esto se realizará por el uso de Biocombustibles de origen agro industrial de una manera real y efectiva, jurídica san sancionadora.

Además que la contaminación se realiza por el uso de sistemas mecánicos, en este caso motores a explosión, esto quiere decir luego de que estos aceites y petróleos han sido quemados, que salen vía escape. Esto quiere decir que se realiza la contaminación en forma de gases ó por medio de micro partículas que se extienden en la atmosfera con los efectos destructivos a la vida en general en los lugares como nuestro país donde, poco ó nada hacen nuestras autoridades para hacer cumplir la norma ó mejórala, para que su uso sea prevenir el impacto negativo al que estamos siendo sometidos por el uso de combustibles de origen fósil.

Nosotros no sentimos como en otros lugares del planeta o del mismo territorio nacional, porque estamos protegidos por montañas, en este caso la cordillera de los andes, vivimos en la meseta altiplánica que está protegida por la misma. Pero en la costa y países que son islas se ven envueltos en trágicos acontecimientos por ser más vulnerables, a la reacción natural del sistema terrestre y lo palpamos en efectos devastadores, como son los Zunamis, huracanes, deshielo de polos y cordilleras, explosiones volcánicas, radiación nuclear, por eso se dice que vivimos en el principio del fin que parece no estar muy lejano.

En lo Nacional este año (2014) existen más de 45 muertos por las riadas en el Beni, Rurrenabaque y San buena Aventura en La Paz, lluvias y tormentas excesivas dan lugar a esta clase de turbiones, que como consecuencia queda muerte de ganados, anegación de casas, perdidas de cultivo y finalmente pérdida de vidas humanas. Eso es por la reacción de la naturaleza por el mal uso que hacemos de ella por medio de la contaminación atmosférica, debido al



uso irracional de combustibles de origen fósil y sus derivados como ser aceites y grasas todo esto en honor a la verdad.

Lo positivo es la incorporación ó implementación del teleférico en la ciudad de La Paz con sus 3 líneas: rojo, amarillo, verde, ojalá se implementen más líneas para teleféricos, y no se use como propaganda electoral, seguimos observando más leyes que en la práctica jurídica no se cumplen.

## 5. CONCLUSIONES

- Para que se cumpla el enunciado de mi hipótesis se ha utilizado un marco teórico, con el respectivo análisis doctrinal y conceptual, en base a citas y conceptos jurídicos que nos dan una base estructural para la construcción de nuestro futuro marco de ley, en la práctica podemos afirmar enfáticamente que a corto o mediano plazo se acabará el Boom del gas. A parte que no es un energético eficaz para el uso en motores a gasolina y no sirve para motores a diésel.
- La respuesta al problema planteado en la validación de la hipótesis, es que el Estado subvenciona al transporte automotor en todo Bolivia, y que económicamente no está ya en condiciones de seguir subvencionado los combustibles del diesel y gasolina; por su costo elevado a nivel mundial, que va en detrimento del Estado Plurinacional en general, esto se ve con el alza de precios en los carburantes que repercuten en los pasajes y la canasta familiar, que deberá ser reglamentado en la normativa correspondiente.
- Se debería considerar la propuesta planteada en este trabajo, ya que por ser un energético de origen vegetal, agro industrial e iguales en el uso práctico, dando mejores condiciones de uso que el diésel y la gasolina, por ejemplo: un litro de biodiesel es renovable, es biodegradable y le da mayor duración al motor en el que se usa por ser un combustible con mayor lubricación que el diesel, la gasolina y el gas, por lo tanto su transporte da más seguridad, ya que su flama de llama es a 150 °C, en cambio el diesel es a 50 °C, de la gasolina y GNV son aún más volátiles. Por consiguiente con más desgaste para la vida del motor.
- A parte planteo un uso sustentable y sostenido; que quiere decir, que se deberá emplear en una forma equilibrada, con usos no sólo para

nosotros, sino también para las futuras generaciones **regenerando el medio ambiente en forma integral, agua, aire, bosques y tierras.**

- En lo social dará más de cien mil empleos directos y sesenta mil indirectos, según los últimos informes de la CAO, y que después del gas serían el Etanol, Metanol y el Biodiesel los energéticos que están más cerca de nosotros por tener una producción de tipo **feedstock**, ya que tenemos caña de azúcar, soya, y que según nuestros estudios con el 9,1 % de la producción nacional cubrimos la demanda alimentaria, el resto del 90 % le daríamos un valor agregado para su comercialización nacional e internacionalmente.(provincia Santiestebán StCz)
- A parte de todo lo expuesto validando la hipótesis con esta implementación del cambio de la matriz energética para el transporte público y privado, estaríamos protegiendo el medio ambiente en forma integral de la degradación ambiental a la que estamos sometidos, no siendo nocivos para la salud, la vida en general.
- En base a lo estudiado, podemos identificar que son 3 los problemas que no permiten la aplicación de una política de cambio de matriz energética del parque automotor:
  - **AMPULOSA NORMATIVA.** Sin duda es la primera noción que se tiene al revisar *supra* el marco normativo vigente. Unas normas de carácter meramente declarativa, sobre que debe asumirse por parte del Ministerio de Hidrocarburos, normas que crean otras entidades como la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular (EEC-GNV), estos no tuvieron la coordinación necesaria para ejecutar la política energética del país.
  - **FALTA DE INFORMACIÓN Y COORDINACIÓN.** El Estado no tiene estudios actuales propios sobre a cuanto asciende en número de

automotores del país, los estudios en que se basa son de entidades independientes como la fundación Swisscontact, sin estos datos es imposible sacar una estimación del presupuesto a necesitarse. Asimismo no existe una coordinación con la clase dirigente del transporte público, clase que es la más numerosa en relación al parque automotor, desconociendo sus afiliados de las ventajas o desventajas, el costo, la manutención, el beneficio económico al país, el beneficio medioambiental, etc.

- **FINANCIAMIENTO.** Actualmente gracias al Decreto Supremo No. 29629 se crea el Aporte al Fondo de Conversión (AFC) que consta de 0.20 bolivianos por cada metro cubico de gas natural comercializado (Art. 9), y como se vio *supra* las autoridades del ramo señalan que se está gestionando la cooperación económica internacional. Al respecto del primero, era obvio el fracaso, pues la primera problemática con la que tropieza es que actualmente no existen muchos centros de abastecimiento de gas natural (gnv), asimismo la pocas trasformaciones realizadas a los automotores pues lleva al resultado una ínfimo aporte al fondo de Conversión, sumado a esto es la doble matriz energética de los automotores, pues estos tiene dos fuentes tanto la gasolina y/o diesel, así como el gas natural (gnv). Respecto al segundo, es la política que se asumió desde ya dos año sin resultados tangibles.
- Tomando en cuenta todo lo estudiado hasta ahora, se ve la imperante necesidad de replantear el marco normativo que permita el cambio de matriz energética del transporte automotor, a fin de integrar a la población en la preocupación de la contaminación medioambiental.
- Asumir un proceso que permita el cambio en el método hasta ahora abordado por parte del Estado central que se tornó complejo, sin embargo, pese a nuestra realidad con innumerables limitaciones que se

tiene, se debe hacer un esfuerzo y asumir el rol que debe cumplir el Estado.

- Podemos ver que el tema medioambiental no es tema prioritario para el Estado central, manejado este como secundario, ya que la preocupación principal del Estado es lo económico del país, pues ya es insostenible la subvención a los carburantes, pero a su vez la solución del primero, acarrea la solución del segundo.
- Toda esta problemática no hace otra cosa que mostrarnos que la letra muerta de la norma no produce ningún efecto jurídico, que las intenciones gubernamentales se quedan en el papel, que no solo refleja el fracaso de cambio de la matriz energética del parque automotor en Bolivia, y en especial la ciudad de La Paz, sino este conlleva incluso problemas sociales, pues existe la exigencia constante por parte del transporte público sobre la subida de pasajes, cuyo resumen de dicha exigencia se basa en la en la subida del costo de mantenimiento de los vehículos que utiliza este.
- Ante esto ya se señaló la ventaja que tendría el cambio de matriz energética, pues, a comparación de la gasolina o diesel, el Gas natural (GNV) como matriz energética resulta ser más barato, lo cual contribuirá, entre otras políticas que debería asumir el gobierno, a evitar tal subida de pasajes, que sin duda a su vez conlleva la subida de la generalidad de productos de primera necesidad familiar, agudizando más aun el problema inflacionario.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se empleara los BIOCOMBUSTIBLES en una forma gradual, el cambio no será a corto plazo, consideremos el art. 103 (#1,2,3)de la CPE, los programas universitarios deberán enfocarse al estudio y aplicación al uso de energías limpias, por ej: el electromagnetismo, fuerzas anti gravitatorias, anti explosivas, biocombustibles, implementación de células solares, trenes bala, teleféricos, y otras.
- El Gas no es un ENERGÉTICO EFICAZ, ya que no se usa directamente, sino que necesitamos de un KID que el Estado deberá implementar a todos los transportistas.
- El Gas no sirve para subidas, NO ES EFECTIVO, a parte que es superiormente volátil en relación a los otros combustibles, rápidamente desgasta los cilindros de las máquinas (pica), y es de origen finito, sirviendo solamente en las redes domiciliaras de gas, por lo que futuras importaciones de motorizados deberán ser fabricados para este tipo de combustibles, y no ser adaptados como en el presente.
- Que los biocombustibles se pueden mesclar directamente con los combustibles de origen fósil en proporción más o menos, si se utilizan mayores cantidades de biocombustibles en la mezcla, la contaminación será menor.
- Habrá que aprovechar esté Boom del gas, para asegurar e implementar el uso de Biocombustible como un recurso estratégico, ya que el gas se acabará a corto ó mediano plazo, quedando como nuevas alternativas el uso de los combustibles origen agro industrial, además de ser benignos para el cuidado del medio ambiente, y de uso sustentable en el tiempo
- Si se lograra esta conversión de matriz energética, todos los combustibles de origen fósil quedarían como reserva estratégica para el Estado, que en caso que estos se acaben a nivel mundial, nosotros, los venderíamos a precios exorbitantes, esto se lograría con el uso de energías limpias.

## **7. PROPUESTA**

### **PROYECTO DE LEY**

**EVO MORALES AYMA**  
**PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA**

*Por cuanto, la Asamblea Legislativa Plurinacional, ha sancionado la siguiente Ley*

**LA ASAMBLEA LEGISLATIVA PLURINACIONAL,**

**DECRETA:**

**LEY INTEGRAL PARA GARANTIZAR EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA PARA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, SECTOR TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO**

#### **TÍTULO I**

#### **DISPOSICIONES GENERALES**

#### **CAPÍTULO ÚNICO**

#### **MARCO CONSTITUCIONAL, OBJETO, FINALIDAD, ALCANCE Y APLICACIÓN**

#### ***ARTÍCULO 1. (MARCO CONSTITUCIONAL).***

La presente Ley se funda en el mandato constitucional y en los Instrumentos, Tratados y Convenios Internacionales de Derechos Humanos ratificados por Bolivia, que garantizan a todas las personas, el derecho de vivir en un ambiente sano, libre de contaminación, de manera sustentable en el tiempo y en el espacio. Con base a la investigación realizada, se puede establecer que los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz y en toda Bolivia, se están elevando a 70% a niveles que pueden dañar la salud de los habitantes por tanto, es necesario generar nuevas alternativas de combustibles para el parque automotor para de ese modo mitigar los efectos al medio ambiente, específicamente al aire que se respira.

Por tanto, a continuación se propone generar la siguiente estructura jurídica para

permitir un mayor desarrollo industrial en la producción de biocombustibles para el sector del transporte público y privado en Bolivia en general y en particular en la ciudad de La Paz y consecuentemente también en la ciudad de El Alto.

***ARTÍCULO 2. (OBJETO Y FINALIDAD).***

Para llevar a cabo lo planteado, es necesario crear una Ley Marco a nivel nacional para el desarrollo industrial de biocombustibles aprovechando los recursos renovables que en Bolivia existe.

El articulado de esta Ley Marco de Desarrollo Industrial de Biocombustibles que se deberá implementar para los sectores de transporte público y privado en beneficio de la salud pública para un ambiente sano y libre de contaminación atmosférica.

El articulado de esta Ley Marco de Desarrollo Industrial de Biocombustibles, deberá ser el siguiente:

***ARTÍCULO 3.***

A los fines de la presente Ley, se entiende por biocombustible al carburante que resulte del procesamiento de materia vegetal, que puede ser bien de tipo etanol, metanol y biodiesel, que son aptos para utilizarse en cualquier tipo de motor, que se comercialice en el mercado nacional.

El componente vegetal es el producto obtenido del proceso químico de transesterificación que utiliza como materia prima a los aceites o grasas vegetales o animales y al alcohol anhidro, de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas y de calidad elaboradas para este propósito.

***ARTÍCULO 4.*** Se dispone la incorporación del componente vegetal de producción nacional como aditivo al diesel de petróleo de manera gradual y progresiva, hasta llegar a una proporción del 30%.



**ARTÍCULO 5.** La gradualidad que se establezca para alcanzar la proporción del 30% debe ser no mayor a 5 años.

Queda autorizada la utilización voluntaria de porcentajes mayores a los establecidos en las metas anuales y al 30% de mezcla del componente vegetal, en el parque automotor y de transporte particular o público de aquellas áreas geográficas del territorio nacional en las que exista disponibilidad del componente vegetal.

**ARTÍCULO 6.** Todos los proyectos de inversión para producir biocombustibles, promovidos por personas naturales o jurídicas, en base a materias primas 100% nacionales, gozarán de los beneficios establecidos en la presente Ley.

Estos beneficios abarcarán a la actividad agroindustrial que esté directamente involucrada en el proceso de producción de biocombustible.

**ARTÍCULO 7.** El componente vegetal producido en el país es considerado como un aditivo al combustible de petróleo y por lo tanto, exento del pago del Impuesto Específico a los Hidrocarburos (IEHD) y el Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH).

Adicionalmente, dado el carácter innovador, ambientalmente amigable, promotor de desarrollo productivo y generador de empleo en áreas rurales del país, se exige al proceso de producción y de comercialización del componente vegetal del biocombustible del 50% del total de la carga impositiva vigente en el país.

**ARTÍCULO 8.** Las personas naturales o jurídicas que produzcan biocombustible y que cumplan con las previsiones del artículo 4, gozarán de estabilidad fiscal por el término de veinte (20) años, contados a partir de la aprobación del primer proyecto de inversión por parte del Ministerio de Hidrocarburos y la Superintendencia de Hidrocarburos.

**ARTÍCULO 9.** Con la finalidad de incentivar la producción de este biocombustible, las personas naturales o jurídicas que produzcan biodiesel quedarán liberadas del pago del Gravamen Arancelario Consolidado (GAC) y del Impuesto al Valor Agregado (IVA), para la compra de bienes de capital, cualquiera que sea el origen de los mismos, durante 5 (cinco) años a partir de la promulgación de la presente Ley.

**ARTÍCULO 10.-** La presente ley establece el Registro Especial del productor de biodiesel en la Secretaría del MEDIO AMBIENTE del Ministerio de Desarrollo y Medio Ambiente, que deberán contemplar los siguientes capítulos:

**Capítulo I.-** Del registro especial del productor de biodiesel considerando las causales de cancelación del registro.

**Capítulo II.-** De las alícuotas de las contribuciones: Alícuotas para los impuestos, y porcentajes.

**Capítulo III.-** Penalidades (infracciones y sanciones).

**Capítulo IV.-** Disposiciones generales: Competencias del Ministerio de Desarrollo y Medio Ambiente sobre la materia; sanciones por incumplimiento de las disposiciones legales; reducción de la emisión de gases de efecto invernadero; y, modificaciones a las leyes anteriormente citadas.

*Es dada en la Sala de Sesiones de Honorable Órgano Legislativo Plurinacional,  
a los veintidós días del mes de septiembre de dos mil trece*

.....

***Esta Ley Marco a nivel Nacional, debe ser complementada con Leyes Municipales para incentivar la transformación de la matriz energética entre los vehículos registrados en cada municipio.***

## **BIBLIOGRAFÍA:**

**AMARAL, S. P.** (1993) Auditoría Ambiental: una herramienta de gestión ambiental en las empresas, *Saneamiento ambiental*, N° 25. Brasil.

**AMBOS** Kal y Guerrero Julián Oscar. Metodología de las Investigaciones Sociales. Ed. Mac Graw Hill

**CAFFERATA, Nestor.** (2000). Introducción al Derecho Ambiental. Secretaría Nacional de Medio Ambiente. Argentina.

**CHIRI, A. y J. E. LUYO,** “La Seguridad Energética, Un Reto para el Perú en el Siglo XXI”, Edit. CDL-CIP, Lima, Perú, 2009.

**DE ZSÖGÖN, Jaquenod.** (1997). Derecho Ambiental y sus Principales Rectores. Editorial Dykinson. España.

Estudio de Derecho Comparado y Marco Jurídico Internacional sobre Biocombustibles/Bioenergéticos. Lima Perú. 2010.

**GUDYNAS, Eduardo** (2004). Normas ambientales internacionales. Centro Latinoamericano de Ecología Social. Uruguay.

[http://www.fao.org/sd/dim\\_en2/bioenergy/docs/working](http://www.fao.org/sd/dim_en2/bioenergy/docs/working)

**JORDANO Jesús.** (1995). La Protección del Derecho a un Medio Ambiente Adecuado. J.M. Bosch Editor. Barcelona.

**LANEGRÁ Iván.** (2008). Derecho Ambiental. Dialogo y debate sobre Derecho y Política Ambiental. Perú.

**MAGRINI, A. A.(1990).**Evaluación de Impactos Ambientales. In: MARGULIS, S. Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos. Rio de Janeiro, IPEA/Brasília, IPEA/PNUD.

**MARTÍN MATEO, R. (1991).** La calidad de vida como valor jurídico. Estudios sobre la Constitución Española. Edit. Civitas. Madrid, 1991, Tomo II.

**MARTÍN MATEO, R.: (1994).** Nuevos Instrumentos para la Tutela ambiental, Edit. Trivium, S. A., Madrid.

**FELIX HUANCA AYAVIRI,** Autor del libro “Derecho Ecológico”, Editorial original “San José”, Lpz – Bol, 2012

**MORALES, Fabiola.** (2004). La gestión del medio ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Perú.

**PIGRETTI, Eduardo A.** (1993). "Derecho Ambiental", Ediciones Depalma. Buenos Aires – Argentina.

**RATTNER, H.(1992)** Tecnología y Desarrollo Sustentable: una evaluación crítica. Brasil.

Revista Académica de Economía. Observatorio de la economía latinoamericana, 2009.

**RODRIGUEZ Francisco,** Barrios Irina. Introducción a la Metodología de las Investigaciones Sociales. Editorial. Política La Habana - Cuba. 1984

**RUBIÓ,** Gustavo, Los Biocombustibles: Situación Actual, Análisis y Perspectivas de la Producción en MERCOSUR y del Comercio con la UE. FAO, 2005

**SÁNCHEZ, L.** (1994) Gerenciamento Ambiental en La Indústria Minera. *Revista de Administração.* v.29, n.1.

**SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE,** (1988). Recursos naturales y pesca. México.

**VALLS, Mario (1994).** Derecho Ambiental. Tercera Edición. Edit. Temis. Buenos Aires.

**VOGEL, Enrique** y otros (2000). Contaminación, contaminantes y ambiente. Universidad de Barcelona. España.

### **Normas:**

Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia.

Ley del Medio Ambiente 1333

Ley 26.093 Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y uso Sustentables de Biocombustibles. Argentina 2006.

Decreto Supremo N° 368, noviembre 25 de 2009

## ANEXO –1

### Biodiésel



Muestra de biodiesel.

El **biodiesel** es un biocombustible líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo,<sup>1</sup> mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo. El biodiesel puede mezclarse con gasóleo procedente del refino del petróleo en diferentes cantidades.

El aceite vegetal, cuyas propiedades para la impulsión de motores se conocen desde la invención del motor diesel gracias a los trabajos de Rudolf Diesel, ya se destinaba a la combustión en motores de ciclo diesel convencionales o adaptados. A principios del siglo XXI, en el contexto de búsqueda de nuevas fuentes de energía, se impulsó su desarrollo para su utilización en automóviles como combustible alternativo a los derivados del petróleo.

El biodiesel descompone el caucho natural, por lo que es necesario sustituir éste por elastómeros sintéticos en caso de utilizar mezclas de combustible con alto contenido de biodiesel.

El impacto ambiental y las consecuencias sociales de su previsible producción y comercialización masiva, especialmente en los países en vías de desarrollo o del Tercer y Cuarto mundo generan un aumento de la deforestación de bosques nativos, la expansión indiscriminada de la frontera agrícola, el desplazamiento de cultivos alimentarios y para la ganadería, la destrucción del ecosistema y la biodiversidad, y el desplazamiento de los trabajadores rurales.

Se ha propuesto en los últimos tiempos denominarlo *agrodiésel* ya que el prefijo «bio-» a menudo es asociado erróneamente con algo ecológico y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, algunas marcas de productos del petróleo ya denominan agrodiésel al *gasóleo agrícola* o *gasóleo B*, empleado en maquinaria agrícola.

## **Antecedentes históricos**

La transesterificación de los aceites vegetales fue desarrollada en 1853 por el científico Patrick Duffy, muchos años antes de que el primer motor diésel funcionase.<sup>2</sup> El primer modelo de Rudolf Diesel, un monocilíndrico de hierro de 3 metros con un volante en la base funcionó por vez primera en Augusta (Alemania), el 10 de agosto de 1893. En conmemoración de dicho evento, el 10 de agosto se ha declarado "Día Internacional del Biodiésel". Diesel presentó su motor en la Exposición Mundial de París de 1900. Este motor es un ejemplo de la visión de Diesel, ya que era alimentado por aceite de cacahuete –un biocombustible, aunque no estrictamente biodiésel, puesto que no era transesterificado-. Diesel quería que el uso de un combustible obtenido de la biomasa fuese el verdadero futuro de su motor.

En un discurso de 1912, dice: “el uso de aceites vegetales para el combustible de los motores puede parecer insignificante hoy, pero tales aceites pueden convertirse, con el paso del tiempo, importantes en cuanto a sustitutos del petróleo y el carbón de nuestros días”.

Durante los años veinte, los fabricantes de motores diesel adaptaron sus propulsores a la menor viscosidad del combustible fósil (gasóleo) frente al aceite vegetal. La industria petrolera amplió así su hueco en el mercado de los carburantes porque su producto era más económico de producir que la alternativa extraída de la biomasa.

El resultado fue, por muchos años, la casi completa desaparición de la producción de combustibles a partir de biomasa. Sólo recientemente la preocupación por el impacto ambiental y la menor diferencia de precios han hecho de los biocombustibles una alternativa válida.

A pesar del increíble uso de los derivados del petróleo como combustibles, durante los años veinte, treinta y la posguerra mundial, varios países (entre ellos Argentina) informaron de haber usado aceites como sustituto del diésel.

Se detectaron problemas por la diferencia de viscosidad entre el aceite y el diésel, que producía depósitos dentro de la cámara de combustión y los inyectores. Algunos intentos para superar esto fueron aplicar una pirólisis y craqueo al aceite, mezclarlo con diésel de petróleo o etanol, o calentarlo.

El 31 de agosto de 1937, G. Chavanne de la Universidad de Bruselas, Bélgica, obtuvo la patente por “transformar aceites vegetales para su uso como combustibles”. La patente describía la transesterificación del aceite usando etanol o metanol para separar la glicerina de los ácidos grasos y reemplazarla con alcoholes de cadenas cortas. Esta fue la primera producción de biodiésel.

Más recientemente, en 1977, Expedito Parente, científico brasileño, inventó y patentó el primer proceso industrial de producción de biodiésel. Actualmente, Tecbio, la empresa de Parente, trabaja junto con Boeing y la NASA para certificar bio-queroseno.

Entre 1978 y 1996, el National Renewable Energy Laboratory (NREL) estadounidense ha experimentado el uso de algas como fuente de biodiésel, dentro del Aquatic Species Program. La experimentación del NREL, tras 16 años, está estancada debido a que el programa de investigación carece de financiación.

En 1979 se iniciaron en Sudáfrica investigaciones sobre cómo transesterificar aceite de girasol en diésel. Finalmente en 1983, el proceso de cómo producir biodiésel de calidad fue completado y publicado internacionalmente. Gaskoks, una industria austríaca, obtuvo esta tecnología y estableció la primera planta piloto productora de biodiésel en 1987 y una industrial en 1989.

Durante la década de los 90, se abrieron muchas plantas en muchos países europeos, entre ellos la República Checa, Alemania y Suecia.

En los años noventa, Francia ha lanzado la producción local de biodiésel (conocido localmente como diéster) obtenido de la transesterificación del aceite de colza. Va mezclado en un 5% en el combustible diésel convencional, y en un 30 % en el caso de algunas flotas de transporte público. Renault, Peugeot y otros productores han certificado sus motores para la utilización parcial con biodiésel, mientras se trabaja para implantar un biodiésel del 50%.

Francia empezó una producción local de biodiésel el cual se mezclaba en un 30% con diésel para transporte público. Renault y Peugeot certificaron motores

de camiones con uso parcial de biodiésel (alrededor del 50%). Durante el año 1998 se identificaban 21 países con proyectos comerciales de biodiésel.

En septiembre del año 2005, Minnesota fue el primer estado estadounidense que obligaba un uso de, al menos, un 2% de biodiésel.

En 2008, la ASTM (American Society for Testing and Materials) publicó los estándares y especificaciones de mezcla de biodiésel.

## Propiedades

El biodiésel se describe químicamente como compuestos orgánicos de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga y corta.

El biodiésel tiene mejores propiedades lubricantes y mucho mayor índice de cetano que el diésel de poco azufre. El agregar en una cierta proporción biodiésel al gasóleo reduce significativamente el desgaste del circuito de combustible; y, en baja cantidad y en sistemas de altas presiones, extiende la vida útil de los inyectores que dependen de la lubricación del combustible.

El poder calorífico del biodiésel es 37,27 MJ/L (megajulio por litro) aproximadamente. Esto es un 9% menor que el diésel mineral. La variación del poder calorífico del biodiésel depende de la materia prima usada más que del proceso.

El biodiésel es líquido a temperatura ambiente y su color varía entre dorado y marrón oscuro según el tipo de materia prima usada. Es inmiscible con el agua, tiene un punto de ebullición alto y baja presión de vapor. Su punto de inflamación (superior a 130 °C) es mucho mayor que el del diésel (64 °C) o la gasolina (-40 °C). Tiene una densidad de aproximadamente 0,88 g/cm<sup>3</sup>, menos que el agua.

Más allá, no tiene virtualmente ningún contenido de azufre y se suele mezclar como aditivo con el diésel de bajo contenido en azufre.

## Compatibilidad con materiales

### Plásticos

Es compatible con el polietileno de alta densidad. Al PVC lo degrada lentamente. Algunos polímeros los disuelve al contacto directo.



## **Metales**

Afecta a materiales basados en el cobre, también ataca el zinc, el estaño, el plomo y el hierro fundido. Los materiales de acero inoxidable y aluminio son inmunes.

## **Caucho**

El biodiésel descompone al caucho natural de algunos componentes de motores antiguos.

## **Gelificación**

Cuando el biodiésel se enfría hasta determinado punto, algunas moléculas se agregan y forman crisales. El combustible empieza a “nublarse” una vez que los cristales se hacen grandes (un cuarto de la longitud de onda de luz visible). Este punto se llama punto de enturbiamiento. Cuanto más frío esté el combustible, mayores son los cristales. La menor temperatura en la cual el biodiésel pasa por un filtro de 45 micrones se la llama punto de obstrucción de filtros en frío (CFPP en inglés). A menores temperaturas el biodiésel se convierte en gel y luego solidifica. Dentro de Europa, hay mucha diferencia en este punto entre países. La temperatura en la cual el biodiésel puro comienza a gelificarse depende de la mezcla de ésteres y, consecuentemente, de la materia prima usada. Por ejemplo, si se produce a partir de sebo, tiende a convertirse en gel cerca de los 16 °C.

Hay muchos aditivos que se le agregan al biodiésel para disminuir esta temperatura. Otra solución es mezclar biodiésel con diésel o queroseno. Otra es tener un tanque secundario de biodiésel acompañando al del diésel de petróleo: el primero arranca y calienta el segundo, y una vez alcanzada la temperatura necesaria, se cambia la alimentación.

## **Contaminación por agua**

El biodiésel puede contener pequeñas cantidades de agua, pero son problemáticas. Aunque el biodiésel no es miscible con el agua, es higroscópico como el etanol, es decir, absorbe el agua de la humedad atmosférica. Una de las razones para que el biodiésel sea higroscópico es la persistencia de los mono y diglicéridos sobrantes de una reacción incompleta. Estas moléculas pueden actuar como un emulsionante, permitiendo que el agua se mezcle con el biodiésel. <sup>[cita requerida]</sup> Por otro lado, puede haber agua residual debido al

tratamiento o como resultado de la condensación del tanque de almacenamiento. La presencia de agua es un problema porque:

- El agua reduce el calor de combustión del combustible a granel. Esto significa más humo, mayores dificultades en el arranque, menor rendimiento energético.
- El agua causa la corrosión de los componentes vitales del sistema de combustible: las bombas de combustible, bombas de inyección, líneas de combustible, etc.
- El agua y los microbios que la acompañan atascan y estropean los filtros de papel para el combustible, lo que a su vez se traduce en un fallo prematuro de la bomba de combustible debido a la ingestión de partículas grandes.
- El agua se congela para formar cristales de hielo cerca de 0 °C (32 °F). Estos cristales proporcionan sitios para la nucleación y aceleran la gelificación del combustible residual.
- El agua acelera el crecimiento de las colonias de microbios, que pueden obstruir el sistema de combustible. Hay informes de usuarios de biodiésel que han calentado los depósitos de combustible para hacer frente al problema de los microbios.
- Además, el agua puede producir picaduras en los pistones de un motor diésel.

## **Reacciones de síntesis**

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 propanotriol (glicerina) que puede ser aprovechada por la industria cosmética, entre otras.

## **Transesterificación**

Las grasas de animales y plantas están hechas típicamente de triglicéridos, que son ésteres de ácidos grasos libres con glicerol. En el proceso, el alcohol es deprotonado (removido de un cation hidrógeno de una molécula) con una base para formar un nucleófilo (anión con un par de electrones libres) más fuerte. Comúnmente son usados etanol y metanol. Como se ve en el diagrama, la reacción no tiene otros reactivos más que el triglicérido y el alcohol.

En condiciones ambientales normales, la reacción puede no ocurrir o hacerlo de manera muy lenta. Se usa el calor para acelerar la reacción, además de un

ácido o una base. Es importante notar que el ácido o la base no son consumidos durante la reacción, es decir, son catalizadores. Casi todo el biodiésel es producido a partir de aceites vegetales vírgenes usando una base como catalizador debido a que es el método más económico, requiriendo bajas temperaturas y presiones y obteniendo una conversión del 98%. Sin embargo, hay otros métodos que usan ácidos como catalizadores que son más lentos.

### **Un ejemplo de la transesterificación mostrado en fórmula esquelética.**

Durante el proceso de esterificación, el triglicérido reacciona con un alcohol en presencia de un catalizador, generalmente hidróxidos fuertes (NaOH o KOH). El propósito de hacer una valoración ácido-base es para saber cuánta base es necesaria para neutralizar todos los ácidos grasos libres y, entonces, completar la reacción.

### **Transesterificación usando bases**

En este caso, la transesterificación se realiza a través del mecanismo de reacción conocido como sustitución nucleofílica en el acilo, usando una base fuerte, capaz de deprotonar el alcohol, como catalizador. Comúnmente, la base es disuelta en el alcohol para dispersarla en todo el aceite. El hidróxido debe ser muy seco: cualquier cantidad de agua en el proceso aumenta las probabilidades de saponificación, y producir jabones consumiendo la base. Una vez hecha la mezcla de alcohol y base, es agregada al triglicérido.

El átomo de carbono del grupo carbonilo del éster del triglicérido tiene una leve carga positiva y el átomo de oxígeno del grupo carbonilo tiene una pequeña carga negativa. Esta polarización del grupo C=O es la que atrae al ion alcóxido (RO-) al lugar de reacción.

### **Mezclas**

Las mezclas de biodiésel y diésel convencional basada en hidrocarburos son los productos más habitualmente distribuidos para su uso en el mercado del gasóleo al por menor. Gran parte del mundo utiliza un sistema conocido como la "B", factor que indica la cantidad de biodiésel en cualquier mezcla de combustible: el combustible que contiene 20% de biodiésel tiene la etiqueta B20, mientras que el biodiésel puro se denomina B100. Las mezclas con 80 por ciento de biodiésel y 20 por ciento de diésel de petróleo (B80) se pueden utilizar en general en motores diésel sin modificar. El biodiésel también puede ser utilizado en su forma pura (B100), pero puede requerir algunas modificaciones

del motor para evitar problemas de mantenimiento y rendimiento. Las mezclas de biodiésel (B100) con diésel de petróleo se puede realizar por diferentes métodos:

- 1) **Mezclado en los depósitos.** Tanto el biodiesel como diesel de petróleo se llevan a un depósito en la terminal de almacenamiento donde se mezclan y desde donde se distribuye la mezcla realizada.
- 2) **En línea de mezcla.** Los dos componentes provienen de depósitos diferentes en la terminal de almacenamiento y llegan al camión cisterna de forma simultánea: La mezcla final del biodiesel con el diesel de petróleo en la proporción deseada se realiza en la terminal de almacenamiento, en el brazo de carga del camión cisterna, lo que se conoce como “mezcla splash”.
- 3) **Parquímetro bomba de mezcla.** Tanto el biodiesel como diesel de petróleo están en depósitos diferentes en la estación de servicio o el punto de consumo. En el surtidor de combustible se marca la mezcla deseada y es el surtidor el que realiza la mezcla solicitada en el momento de servirla. Desde el punto de vista logístico la mejor opción es ésta.

## **Materias primas**

La fuente de aceite vegetal suele ser aceite de colza, ya que es una especie con alto contenido de aceite, que se adapta bien a los climas fríos. Sin embargo existen otras variedades con mayor rendimiento por hectárea, tales como la palma de aceite (Elaeis guineensis), Jatropha Curcas, camelina etc. También se pueden utilizar aceites usados (por ejemplo, aceites de fritura), en cuyo caso la materia prima es muy barata, y además se reciclan lo que en otro caso serían residuos.

Existen otras materias primas de las cuales se puede extraer aceite para utilizarlas en el proceso de producción de biodiésel. Las materias primas más utilizadas en la selva amazónica son la la jatropha o curcas (piñón en portugués), sacha inchi, el ricino (mamona en portugués) y la palma aceitera.

Además, otra materia prima utilizada es la grasa animal, la cual produce mayores problemas en el proceso de fabricación, aunque el producto final es de igual calidad que el biodiésel de aceite, exceptuando su punto de solidificación.

Una gran variedad de aceites pueden ser usados para producir biodiésel. Entre ellos:

- Aceite vegetal sin usar. Los aceites de colza y soja son los más usados. El aceite de soja representa el 90% de la materia prima para biodiésel en los Estados Unidos. También puede ser obtenido de carraspique (zurrón boliviano), jatropha, lino, girasol, palma, cocotero , aceite de camelina y cáñamo.
- Aceites vegetales usados
- Grasas animales: cerdo, gallina y los subproductos de la producción de ácidos grasos omega 3 provenientes del pescado.
- Algas, las cuales pueden crecer usando materiales cloacales y sin desplazar la tierra usada para producir comida.
- Aceite de halófitas como la salicornia. Éstas crecen en agua salada, generalmente en costas, donde no se puede cultivar otra cosa.

Muchas experiencias sugieren que los aceites usados son las mejores materias primas, empero, debido a que la disponibilidad es drásticamente menor a la cantidad de combustible de petróleo que se quema, la solución no es muy usada.

Las Grasas animales son subproductos de la producción de carne. A pesar de esto, no es eficiente criar animales (o atrapar peces) simplemente por su grasa, aunque el uso de los subproductos incrementa el valor de la industria ganadera. Sin embargo, producir biodiésel de grasas animales reemplazaría un pequeño porcentaje de uso de diésel de petróleo. Hoy en día, muchas productoras de biodiésel que trabajan con distintas materias primas, hacen combustible biológico a partir de grasas animales de muy buena calidad. Actualmente una empresa valorada en 5 millones de dólares está siendo construida en EE. UU., con la intención de producir 11.4 millones de litros a partir de 1 billón de kilogramos de grasa de gallina.

El alcohol puede ser metanol, que forma metilésteres, o etanol, que forma etilésteres. El proceso con etanol es más complicado que con metanol, no es recomendado para principiantes.

El metanol proviene del petróleo, aunque puede producirse por pirólisis de la madera. El etanol proviene de las plantas o del petróleo, y hay un método para destilarlo caseramente.

El etanol se conoce con varios nombres: alcohol etílico, CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH, alcohol del vino o de la cerveza. Ambos alcoholes son muy peligrosos, el metanol más. El catalizador puede ser hidróxido de sodio (soda cáustica, NaOH) o hidróxido de potasio (potasa, KOH). Los productores domésticos experimentados usan

KOH, con el cual se genera un subproducto utilizable: fertilizante de potasio. Para ambas sustancias el proceso es el mismo, salvo que se necesitaría 1,4 veces más KOH que NaOH.

Estos últimos productos son también peligrosos, hay que tener los siguientes cuidados: evitar el contacto con los ojos o la piel, no respirar los vapores, alejarlos de los alimentos y los niños. Más allá, reaccionan con aluminio, cobre y zinc. Para el reactor se recomienda usar recipientes de vidrio, esmaltados, acero inoxidable o polietileno de alta densidad.

Uno de los productos para el aceite usado es isopropanol de alta pureza. También para la valoración se usa fenolftaleína. El rojo de fenol, indicador de pH para piscinas, no funciona.

Las proporciones son (por litro de aceite): 200 mL metanol, 3,5 g hidróxido de sodio.

Se dice que para la generación de biodiésel se debe seguir la siguiente "receta":

- 1 litro de aceite vegetal (normalmente bajo en agua (2% max) de lo contrario se obtendrá jabón).
- 200 ml de metanol.
- 3,4 g de soda cáustica (NaOH) (hidróxido de sodio).

Se debe mezclar primero el metanol con la soda cáustica para generar metóxido de sodio. \*\*\* Tener especial cuidado al mezclar estos dos ya que la soda cáustica combinada con metanol generará una reacción exotérmica muy agresiva, que puede quemar la piel, ojos, etc. \*\*\* Una vez que se obtiene el metóxido, mezclar con el aceite vegetal, calentar a 55 °C y mezclar durante una hora, dejar reposar y en aproximadamente 3 horas verás el resultado. Una capa ligera de aceite transparente arriba y una capa densa y oscura de glicerina abajo.

### **Cantidad de materia prima requerida**

La producción actual de aceites vegetales y grasas animales no es suficiente para reemplazar la demanda de combustibles fósiles. Es más, al aumentar la producción, se requerirán más fertilizantes y pesticidas, y más tierras serán desplazadas. En Estados Unidos, el consumo de combustibles fósiles es de 160

millones de toneladas, y la producción de aceites y grasas es de 16.3 millones de toneladas.

Si todas las tierras cultivables de los Estados Unidos (1.9 millones de kilómetros cuadrados) fueran usadas para plantar soja para biodiésel, llegaría con suerte a cubrir esta demanda de combustible de petróleo. Esta área se podría reducir considerablemente si se utilizaran algas. Se estima que para cubrir la demanda con aceite de algas, se necesitarían 40.000 kilómetros cuadrados en casos optimistas. Las ventajas de las algas son que se pueden cultivar en tierra no arable (desiertos y terrenos marinos) y su potencial es más alto que el de otras plantas.

### **Rendimiento**

<b>Cultivo</b>	<b>Litros/hectárea</b>
Palma	4752
Alga	3000
Cocotero	2151
Jatropha	2000
Colza	954
Árbol de sebo	907
Maní	842
Girasol	767
Soja	992
Maíz	700
Cáñamo	242

El rendimiento del combustible de algas no fue determinado precisamente, pero se dice que es de 12 veces más energía por hectárea que el girasol.

Se dice que la planta de jatropha tiene un gran rendimiento, pero depende mucho de las condiciones climáticas y del suelo. El rendimiento promedio es de 1,5 a 2 millones de toneladas en los lugares más favorables. Se cultiva en Filipinas, Malí e India; es resistente a sequías y puede compartir espacio con otros cultivos como el café, azúcar, frutas y vegetales. Se adapta bien en terrenos desérticos lo cual reduce la deforestación.

## **Procesos industriales**

En la actualidad existen diversos procesos industriales mediante los cuales se pueden obtener biodiesel. Los más importantes son los siguientes:

1. Proceso base-base, mediante el cual se utiliza como catalizador un hidróxido. Este hidróxido puede ser hidróxido de sodio (sosa cáustica) o hidróxido de potasio (potasa cáustica).
2. Proceso ácido-base. Este proceso consiste en hacer primero una esterificación ácida y luego seguir el proceso normal (base-base). Se usa generalmente para aceites con alto índice de acidez.
3. Procesos supercríticos. En este proceso ya no es necesario la presencia de catalizador, simplemente se hacen a presiones elevadas en las que el aceite y el alcohol reaccionan sin necesidad de que un agente externo, como el hidróxido, actúe en la reacción.
4. Procesos enzimáticos. En la actualidad se están investigando algunas enzimas que puedan servir como aceleradores de la reacción aceite-alcohol. Este proceso no se usa en la actualidad debido a su alto coste, el cual impide que se produzca biodiesel en grandes cantidades.
5. Método de reacción ultrasónica. En el método reacción ultrasónica, las ondas ultrasónicas causan que la mezcla produzca y colapse burbujas constantemente. Esta cavitación proporciona simultáneamente la mezcla y el calor necesarios para llevar a cabo el proceso de transesterificación. Así, utilizando un reactor ultrasónico para la producción del biodiesel, se reduce drásticamente el tiempo, la temperatura y la energía necesarias para la reacción. Y no sólo reduce el tiempo de proceso sino también de separación.<sup>3</sup> De ahí que el proceso de transesterificación puede correr en línea en lugar de utilizar el lento método de procesamiento por lotes. Los dispositivos ultrasónicos de escala industrial permiten el procesamiento de varios miles de barriles por día. Especialmente durante el último año el uso del equipo ultrasónico aumentaba significativamente a causa de sus ventajas económicas.



## **Métodos de producción**

### **Proceso por lotes**

- Preparación: se debe tener precaución con la cantidad de agua y AGL presentes en el lípido (aceite o grasa). Si los niveles son muy altos, puede ocurrir una saponificación y obtener jabón.
- El catalizador es disuelto en el alcohol usando un mezclador común.
- La mezcla de alcohol y catalizador es puesta en un contenedor y, más tarde, el aceite o grasa. El sistema es ahora cerrado herméticamente para prevenir la pérdida del alcohol.
- La mezcla se mantiene unos pocos grados encima del punto de ebullición del alcohol (70 °C) para acelerar la reacción. El tiempo estimado de finalización es de 1 a 8 horas; bajo condiciones normales, el tiempo disminuye a la mitad cada 10 °C incrementados. Se usa un exceso de alcohol para asegurar que la reacción se complete totalmente (generalmente en proporción 4:1 alcohol: triglicérido).
- La capa de glicerina formada es más densa que la del biodiesel, por eso se pueden separar por gravedad. A veces se usa un centrifugador para separar los dos materiales más rápido.
- Una vez separados la glicerina del biodiésel, el exceso de alcohol en cada capa es removido por destilación. Hay que cuidar que el alcohol extraído no tenga agua.
- Los productos extraídos con la glicerina pueden ser separados para obtener glicerina pura.
- El biodiesel es a veces purificado lavándolo cuidadosamente con agua tibia para remover los restos de catalizador y jabón. Luego se seca y se almacena.

### **Proceso supercrítico**

Un método alternativo de transesterificación sin catalizador usa metanol supercrítico en temperaturas y presiones altas continuamente. En estado supercrítico, el aceite y el metanol forman una única fase y la reacción ocurre espontánea y rápidamente. Además tolera que la materia prima contenga agua. El paso de remoción del catalizador es suprimido. A pesar de las altas temperaturas y presiones, los costes energéticos son similares y hasta menores que el proceso anterior.

## **Reactor ultrasónico**

En este método, las ondas ultrasónicas hacen que la mezcla produzca burbujas que chocan entre sí constantemente. Esta cavitación provee simultáneamente el movimiento y el calentamiento requerido para la transesterificación. Consecuentemente, usar un reactor ultrasónico reduce significativamente el tiempo, las temperaturas y la energía necesarios. Por consiguiente, este proceso puede cubrir varias etapas en un mismo período de tiempo en vez del proceso por lotes.

## **Método de microondas**

Se está investigando actualmente el uso de hornos microondas para proveer la energía necesaria en la transesterificación. Los microondas proveen calor intenso concentrado que puede ser mayor que el mismo dentro del recipiente en una reacción por lotes. Un proceso de 6 litros por minuto con una conversión de 99% ha demostrado que consume un cuarto de la energía requerida en el proceso por lotes. El proceso sigue siendo para uso científico y en etapa de desarrollo.

## **Usando enzimas lipasas**

La lipasa es una enzima que se usa en el organismo para disgregar las grasas de los alimentos para que se puedan absorber. Se han hecho una gran cantidad e investigaciones usando enzimas como catalizador. Las mismas muestran que se pueden obtener un muy buen rendimiento. El uso de lipasas hace la reacción menos sensible a grandes cantidades de AGL (que son un problema en la producción común).

## **Aplicaciones**

El biodiésel puede ser utilizado en estado puro (B100) o puede ser mezclado con diesel de petróleo en las operaciones de concentración en la mayoría de las bombas de inyección diesel. La nueva extrema alta presión (29.000 psi) de los motores tiene límites estrictos de fábrica de B5 o B20, según el fabricante. El biodiesel tiene diferentes propiedades disolventes que el petrodiesel y degradará las juntas de caucho natural y las mangueras en los vehículos (en su mayoría vehículos fabricados antes de 1992), aunque éstos tienden a reemplazarlos en su mantenimiento normal por lo que es muy probable que ya hayan sido reemplazadas por FKM, que no es reactiva al biodiesel. Se sabe

que el biodiesel elimina los depósitos de residuos en las líneas de combustible en las que se ha utilizado el petrodiesel. Como resultado, los filtros de combustible pueden ser obstruidos con partículas si se realiza una transición rápida de biodiesel puro. Por lo tanto, se recomienda cambiar los filtros de combustible en los motores y calentadores poco después de comenzar el cambio a una mezcla de biodiesel<sup>5</sup>

## **Uso para vehículos y aceptación de fabricantes**

En 2005, Chrysler lanzó la Jeep Liberty CRD basada en diesel con mezcladores de 5% de biodiesel. En 2007, la misma marca indicó que incrementaría la mezcla a 20% si se estandarizaba el biodiesel en los Estados Unidos.

Desde el 2004, la ciudad Halifax, Nueva Escocia, actualizó su sistema de transporte público para que los autobuses anduvieran con biodiesel puro de aceite de pescado. En un principio surgieron dificultades técnicas, pero con el tiempo se superaron.

En 2007 McDonald's del Reino Unido anunció que convertiría su aceite usado en biodiesel para abastecer a los ómnibus de este país.

## **Uso en trenes**

Virgin Trains (compañía de trenes británica) dijo que tiene el primer tren a biodiesel B20 y que reducía en un 14% las emisiones.

El Tren Real el 15 de septiembre de 2007, completó su primer recorrido con B100 abastecidos por Green Fuels Ltd. La realeza, el príncipe de Gales y el director de Green Fuels, fueron los primeros pasajeros en un tren corriendo 100% biodiesel. Desde ese entonces, el tren opera exitosamente con biodiesel puro.

También en Disney, los trenes del parque corren con B98 desde el 2007. En el 2008 se canceló el proyecto por falta de abastecimiento, pero en 2009 lo retomaron usando biodiesel a partir de aceites usados del parque.

## **Aceite de calefacción**

El biodiesel puede ser usado también como combustible de calefacción en calderas domésticas y comerciales. Una mezcla de 20% de biodiesel y 80% de aceite es la recomendada para no tener que modificar nada.

Se debe tener cuidado en el primer uso porque los residuos del diesel son removidos y pueden obstruir cañerías: es necesario un cambio de filtro. Otra idea es usar biodiesel progresivamente para que las obstrucciones no ocurran con tanta facilidad. Esto genera una ventaja: el sistema se limpia y su rendimiento aumenta.

Algunos estudios afirman que si se usara biodiesel B20 en los hogares, las emisiones de CO2 se reducirían en 1,5 millones de toneladas por año.

En Massachusetts, una ley ordena que todo diesel para calentar debe ser 2% biodiesel para 2010 y para 2013, 5%.

## Ventajas e inconvenientes

Este artículo o sección necesita **referencias** que aparezcan en una **publicación acreditada**, como revistas especializadas, monografías, prensa diaria o páginas de Internet **fidedignas**. Puedes añadirlas **así** o avisar **al autor principal del artículo** en su página de discusión pegando: `{{subst:Aviso referencias|Biodiésel}} ~~~~`

## Ventajas

- El biodiésel disminuye de forma notable las principales emisiones de los vehículos, como son el monóxido de carbono y los hidrocarburos volátiles, en el caso de los motores de gasolina, y las partículas, en el de los motores diésel.
- La producción de biodiésel supone una alternativa en el uso del suelo que evita los fenómenos de erosión y desertificación a los que pueden quedar expuestas aquellas tierras agrícolas que, por razones de mercado, están siendo abandonadas por los agricultores.
- El biodiésel supone un ahorro de entre un 25% a un 80% de las emisiones de CO2 producidas por los combustibles derivados del petróleo, constituyendo así un elemento importante para disminuir los **gases invernadero** producidos por el transporte.
- Por su mayor índice de **octano** y **lubricación** reduce el desgaste en la bomba de inyección y en las **toberas**.
- No tiene compuestos de azufre por lo que no los elimina como gases de combustión.
- El biodiésel también es utilizado como una alternativa de aceite para motores de dos tiempos, en varios porcentajes; el porcentaje más utilizado es el de 10/1.

- El biodiésel también puede ser utilizado como aditivo para motores a gasolina (nafta) para la limpieza interna de éstos.

## Inconvenientes

**Existen desacuerdos sobre la neutralidad en el punto de vista de la versión actual de este artículo o sección.**

- La explotación de plantaciones para palmas de aceite (utilizadas para hacer biodiésel) fue responsable de un 87% de la deforestación de Malasia hasta el año 2000. En Sumatra y Borneo, millones de hectáreas de bosque se convirtieron en tierra de cultivo de estas palmeras y en los últimos años se ha conseguido más que doblar esa cifra, la tala y los incendios perduran. Hasta deforestaron por completo el famoso parque nacional de Tanjung Puting de Kalimantan. Orangutanes, gibones, rinocerontes, tapires tigres, panteras nebulosa, etc... se van a extinguir por la destrucción del hábitat. Miles de indígenas han sido desalojados de sus tierras y 1500 indonesios fueron torturados. Pero los gobiernos, mientras Europa siga comprando su palma de aceite para hacer biodiésel, seguirán promoviendo el cultivo de estas plantas para su propio beneficio. <sup>[cita requerida]</sup>
- Debido a su mejor capacidad disolvente con respecto al petrodiesel, los residuos existentes son disueltos y enviados por la línea de combustible, pudiendo atascar los filtros, caso que se da únicamente cuando se utiliza por primera vez después de haber estado consumiendo diésel mineral. <sup>[cita requerida]</sup>
- Tiene una menor capacidad energética, aproximadamente un 3% menos, aunque esto, en la práctica, no es tan notorio ya que es compensado con el mayor índice de cetano, lo que produce una combustión más completa con menor compresión. <sup>[cita requerida]</sup>
- Ciertas hipótesis <sup>[cita requerida]</sup> sugieren que se producen mayores depósitos de combustión y que se degrada el arranque en frío de los motores, pero esto aún no está documentado.
- Otros problemas que presenta se refieren al área de la logística de almacenamiento, ya que es un producto hidrófilo y degradable, por lo cual es necesaria una planificación exacta de su producción y expedición. El producto se degrada notoriamente más rápido que el petrodiesel. <sup>[cita requerida]</sup>
- Hasta el momento, no está claro el tiempo de vida útil del biodiésel; algunos sostienen <sup>[cita requerida]</sup> que posee un tiempo de vida muy corto

(meses), mientras que otros afirman<sup>[cita requerida]</sup> que su vida útil llega incluso a 10 años o más. Pero todos concuerdan que depende de su manipulación y almacenamiento.

- El rendimiento promedio para oleaginosas como girasol, maní, arroz, algodón, soja o ricino ronda los 900 litros de biodiésel por hectárea cosechada. Esto puede hacer que sea poco práctico para países con poca superficie cultivable; sin embargo, la gran variedad de semillas aptas para su producción (muchas de ellas complementarias en su rotación o con subproductos utilizables en otras industrias) hace que sea un proyecto sustentable<sup>[cita requerida]</sup>. No obstante, se está comenzando a utilizar la jatrofa para producir aceite vegetal y, posteriormente, biodiésel y que puede cultivarse incluso en zonas desérticas<sup>[cita requerida]</sup>.

## Investigaciones actuales

Se están llevando a cabo investigaciones para encontrar mejores materias primas y mejorar el rendimiento del biodiésel. Usando las ganancias actuales, vastas cantidades de tierra y agua se necesitarían para producir suficiente aceite para reemplazar completamente los combustibles fósiles. Se necesitarían el doble de área de Estados Unidos para soja o dos tercios para colza para cubrir las necesidades de calefacción y transporte de este país.

Muchas variedades de mostaza parda tienen un rendimiento muy alto y son muy útiles en la rotación de cultivo con cereales, y tiene la ventaja que las sobras después de producir el aceite son un muy buen pesticida natural.

La (Naval Facilities Engineering Service Center) y las Industrias productoras de biodiésel de Santa Bárbara, California, están desarrollando nuevas tecnologías para la Armada y Marina de EE. UU., uno de los usuarios más importantes de diésel del mundo.

Un grupo de científicos españoles trabaja para Ecofasa, una compañía que anunció que iba a hacer biodiésel con basura. El combustible es fabricado a partir de basura urbana tratada con bacterias para producir ácidos grasos.

## Biodiesel de algas

Desde 1978 a 1996, la U.S. NREL (National Renewable Energy Laboratory), experimentó el biodiésel de algas en su proyecto Aquatic Species Program. Un artículo publicado por Michael Briggs, del grupo de biodiésel en la universidad de New Hampshire, propone un reemplazo realista de todos los combustibles

de vehículos usando algas con un contenido de aceite mayor del 50% que crecerían en estanques en plantas potabilizadoras.

La producción de aceite de alga no se ha llevado a cabo a escala comercial, pero estudios de factibilidad determinan que lo establecido arriba es posible. Además, las algas no disminuirían la producción de comida, ya que no requieren tierras arables ni agua potable.

## **Hongos**

Un grupo en la Academia Rusa de Ciencias en Moscú publicó en un estudio en septiembre de 2008 que aislaron grandes cantidades de lípidos de hongos unicelulares y las convirtieron en biodiésel de una manera sencilla y económica.

Un descubrimiento reciente es la del hongo *Gliocladium roseum*. Éste fue encontrado en los bosques patagónicos y tiene la capacidad única de convertir celulosa en hidrocarburos de longitud media, típicos del diésel.

## **Biodiésel de tierras usadas de café**

Investigadores de la universidad de Nevada, produjeron exitosamente biodiésel a partir de aceite derivado de tierras usadas de café. Su análisis indicaba que la tierra contenía entre un 10 y 15% de aceite. Una vez extraído el aceite, se sometió a procesos convencionales y se obtuvo biodiésel. Se estima que, por este proceso, producir el biocombustible costaría 20 centavos por litro. En la universidad dicen que es muy sencillo y que hay tantas plantaciones de café que se podrían hacer millones de litros anuales. No obstante, si se usan todos los campos de café en el mundo, la cantidad producida no llegaría al 1% del diesel usado en los Estados Unidos anualmente (.)

## **Bibliografía**

- Síntesis de aditivos para biodiésel a partir de modificaciones químicas de la glicerina. Sandra Y. Giraldo, Luis A. Rios, Alexander Franco y Fernando Cardeño. [1]
- Experimental study on evaluation and optimization of conversion of waste animal fat into biodiesel. Ghassan M. Tashtoush, Mohamad I. Al-Widyan y Mohammad M. Al-Jarrah. [2]

## ANEXO – 2

**La masificación del uso del gas natural** en el consumo interno es la solución para frenar la importación de los combustibles líquidos deficitarios, pero se requiere una mayor producción de gas para atender en escalas mayores la demanda nacional.



### ENERGÍA:

#### EL DATO

La conversión a GNV se realiza en 73 talleres certificados en las ciudades de La Paz, El Alto, Santa Cruz, Cochabamba, Oruro y Sucre, bajo responsabilidad del Ministerio de Hidrocarburos y Energía.

Las dificultades para el abastecimiento de combustibles líquidos desde hace unos años queda una asignatura en la agenda nacional: la propuesta de un cambio de matriz energética para reducir el consumo de gasolina, diesel y GLP en el mercado interno, reemplazándolo por el gas natural, cuyas reservas se calculan ingentes en Bolivia.

Sin embargo, a la par que la producción de líquidos en el país bajó en el periodo 2006 - 2010, la producción de gas natural se mantuvo en los mismos niveles, dificultando cualquier plan de su masificación en el territorio nacional.

Según datos oficiales del Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE), el año de la nacionalización de los hidrocarburos (2006), Bolivia producía 48,757 barriles por día de líquidos, en tanto que la producción de gas natural se mantenía en los niveles de 2005 con 40,24 MMmcd casi la misma registrada en 2010 con 40,56 MMmcd, lo que demuestra un escenario complicado para abastecer un mercado nacional creciente y demandante.

Carlos Delius, presidente de la Cámara Boliviana de Hidrocarburos y Energía, sostiene que la baja de la producción de gas se puede remontar con un



agresivo plan de exploración, además de la concreción de proyectos a lo largo de 2012, como la Fase 1 y 2 de Margarita, que permitirá incrementar la producción hasta 14 MMmcd de gas del bloque Caipipendi para abastecer al mercado interno y exportar a la Argentina.

**CONSUMO INTERNO.** La comercialización de gas natural en el mercado interno promedia los 9,40 MMmcd, destinándose mayores cantidades para cubrir la demanda del sector termoeléctrico y de distribución por redes de gas natural para el transporte vehicular, seguido por los sectores residencial, comercial e industrial, informó el director nacional de Gas Natural de YPF, Jorge Sosa.

"El mayor consumo del sector eléctrico oscila entre los meses de mayo y octubre, temporada seca y en la que la generación de energía se basa principalmente en plantas termoeléctricas", explicó el ejecutivo.

Sin embargo, la mayor demanda de este energético provendrá del megaproyecto de explotación de El Mutún en Santa Cruz por lo que una vez que entre en ejecución se necesitará incrementar la provisión interna de gas en 8MMmcd adicionales a los que actualmente demanda el mercado interno.

## **HIDROELECTRICIDAD - UNA OPCIÓN MÁS**

Además de la masificación del gas natural, la energía hidroeléctrica es otra alternativa para dejar de lado los combustibles líquidos para la generación de energía eléctrica. Así lo manifiesta el gerente general de ENDE, Nelson Caballero, que asegura que los proyectos Cachuela Esperanza, en el Beni; Misicuni y San José en Cochabamba; y dos centrales sobre el río Miguillas en el Departamento de La Paz de carácter hidroeléctrico contribuirán a cambiar la matriz energética tradicional hacia un recurso renovable como es el caudal hidrológico.

Con estas instalaciones, otras termoeléctricas y de geotermia (Laguna Colorada) que están en la fase previa a la ejecución se cambiará la matriz energética del Sistema Interconectado Nacional, llevando la participación de generación con recursos renovables del 40% al 56% en el periodo 2013 a 2020, afirma Caballero.

## **APROVECHAMIENTO Y POTENCIAL**

Las causas de este posible cambio de matriz energética en la generación de energía eléctrica vienen dadas por el bajo índice de aprovechamiento de los recursos hidrológicos que el país tiene.

El actual índice de aprovechamiento del potencial hidroeléctrico es bajo, con apenas un 2% de su aprovechamiento, pero se incrementará a partir del 2014 con la incorporación de las centrales hidroeléctricas mencionadas, asegura el ejecutivo de Ende.

## **MASIFICAR EL GAS EN EL PARQUE AUTOMOTOR**

Para contribuir al cambio de la matriz energética en el parque automotor a gas natural vehicular (GNV), el Gobierno nacional se ha puesto la meta de transformar 80.000 vehículos por año y 240.000 hasta el 2013.

El objetivo va de la mano con la necesidad de que la producción de gasolina alcance y no se tenga ningún tipo de problemas en su abastecimiento y, en consecuencia, la importación sea cero. Para ejecutar el proyecto el país cuenta con un capital de 13 millones de dólares para arrancar el programa de conversión de vehículos, que será canalizado en buena parte al sector del transporte público.

Hasta el 2009, el parque automotor era de 905.870 vehículos, de acuerdo al INE, sumando a los de 2010 y los que se legalizan con la nueva Ley, la cifra supera el millón de unidades.

\*\*\*\*

## ANEXO - 3

### INICIATIVA PARA CONSTRUIR UNA PLANTA DE BIODIÉSEL

*(Javier Rico Viernes, 02 de marzo de 2012)*

Aceite de palma (España) procedente de Camerún y otros usados o derivados de la industria olivarera compondrán la materia prima con la que echará a andar una de las pocas iniciativas de construcción de nuevas plantas de biodiésel en España. Se trata de una *rara avis* en un sector donde existe una paralización casi completa. Buenas relaciones entre la compañía castellanense promotora (Bioandalus 2011) y empresarios de Navas de San Juan (localidad jiennense donde se va a instalar), la potente industria aceitera de la zona y una subvención europea animan la iniciativa.



#### ***Zona de Navas de San Juan donde se construirá la planta de biodiésel***

Representantes de la empresa Bioandalus 2011, asentada en Onda (Castellón), visitaron hace unos días el lugar de Navas de San Juan (Jaén) donde quieren ubicar una planta de biodiésel. Antonio Jiménez y Pau Arrándiz, socios de la empresa, estuvieron acompañados por el alcalde de esta localidad jiennense,

Joaquín Requena, y el portavoz del Partido Popular en el Ayuntamiento, Manuel Maza. Durante el recorrido, confirmaron que ***Bioandalus 2011 hará una inversión inicial de 2,4 millones de euros*** en la planta y que esta recibirá una **subvención de 300.000** euros a través de un proyecto gestionado por la Asociación para el Desarrollo Rural de la Comarca de El Condado (Asodeco) y financiado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader).

Será la primera experiencia en el sector de los biocarburantes de estos empresarios de Castellón, ya que, según informan desde Asodeco, su labor principal se centra en la fabricación de cerámica para suelos. La misma asociación añade que son amigos personales del empresario taurino de Navas de San Juan, Juan Ruiz Palomares. “Este ha sido uno de los motivos que nos ha hecho venir a Navas de San Juan, otro es su situación estratégica dentro de una provincia, donde se produce un aceite de gran calidad y también residuos del mismo que nosotros podemos aprovechar”, afirma uno de los socios de Bioandalus 2011, Antonio Jiménez.

### **Ahora de Camerún, pero en un futuro: cultivos, aceites y transformación en Jaén**

Además de aceites usados y otros de menor calidad resultantes del refino, la empresa importará aceite de palma desde Camerún, donde cuentan con arrendamientos de plantaciones. Pau Arrándiz asegura que “también trabajamos para desarrollar aquí cultivos energéticos y realizar en la zona todo el proceso de transformación”. Las previsiones de producción están en torno a los 8.000 litros diarios de biodiésel y Jiménez afirma que “se generarán entre cinco y seis puestos de trabajo, aunque tanto la inversión, como la creación de empleos, podría aumentar en una segunda fase de ampliación de la planta”.

El alcalde de Navas de San Juan, Joaquín Requena, mostró su satisfacción por “la llegada de un proyecto empresarial que hemos apoyado desde el primer momento que se puso encima de mi mesa, por la inversión superior a los dos

millones cuatrocientos mil euros y porque va a generar puestos de trabajo en nuestro pueblo”. Aunque la planta cuenta con los permisos municipales faltan los de la Junta de Andalucía, que el alcalde espera que “se otorguen con premura”.

### **Estimación de costos y resultados aproximados en Chile**

Hacer una ingeniería conceptual de una planta consiste en investigar las tecnologías más adecuadas, diseñar los procesos y calcular los equipos y los balances de materiales. Una vez recompilada la información técnica, es importante hacer una estimación de la inversión y de los costos de operación de la planta. Esta evaluación económica es generalmente el punto que decide de la factibilidad del proyecto y por lo tanto su construcción.

Los siguientes párrafos permitirán describir como se determinaron la inversión financiera y los costos fijos y de operación de la planta diseñada anteriormente. La información encontrada tuvo una gran diversidad de fuentes, entre datos manejados por Copec, cotizaciones a fabricantes de elementos particulares o simplemente datos propuestos en Internet.

#### **1. Descripción y cálculo de la inversión inicial**

En esta parte se explica cómo se determina el costo de inversión requerido para la construcción de la planta. Representa el equivalente de la “planta llave en mano”, porque considera todos los costos desde la compra de materiales hasta la puesta en marcha. En proyectos similares, se puede ver una división de la inversión en varias etapas, que son el desarrollo preliminar, las obras civiles, los costos de equipamiento y los costos adicionales. La metodología seguida se apoyó en esta separación, cuyas partes se explican a continuación, subrayando particularmente la manera de costear los equipamientos. Todos los valores descritos se resumen en tablas explicativas, a lo largo del texto. Las monedas utilizadas son el peso chileno (\$), el dólar americano (US\$) y la unidad de

fomento (UF). Para las conversiones de divisas, se utiliza los valores publicados al 30 de junio del 2007:

- US\$ 1 = \$ 530

- 1 UF = \$ 18.624

## **1.- INICIO DEL PROYECTO**

Un proyecto de esta envergadura empieza generalmente por un estudio de prefactibilidad, mediante una ingeniera conceptual, que destaca los puntos importantes a considerar en la inversión. En esta parte, se podrían considerar costos de ingeniería básica o de estudio preliminar.

### **1.1. Compra del terreno**

En nuestro caso, el proyecto empieza con la compra de un terreno donde se construirá la planta. La ubicación del terreno es un factor que no se investigó en detalle. Sin embargo, existían dos posibilidades para construir la planta: cerca de la materia base o cerca del mercado de consumo del biodiesel. Por falta de tiempo, se propone elegir la región de Temuco para la ubicación de la planta, por tener cercanía con la producción del raps y del aceite, mayor insumo del proceso. Esta elección permite también tomar en cuenta la construcción conjunta de una planta de extracción de aceite de raps. En este caso, las dos plantas podrían ubicarse en un mismo terreno, compartiendo las utilidades de cada una (estanques, personal, red eléctrica...), disminuyendo por lo tanto la inversión global.

La planta tiene dimensiones de unos 140m por 90m, inferior a 1,5ha. Por razón de comodidad, se propone comprar un terreno de 2ha, que permite crear oficinas, parking, piscina de agua...

### **1.2. Costo de licencias**

La construcción de una planta de biodiesel requiere la compra de permisos y licencias. En efecto, entran en cuenta permisos de edificación y otros costos ligados. Por otra parte, se deben comprar las patentes de algunas partes del

proceso de transesterificación y de biodiesel en general. Estos costos se pueden aproximar en base a proyectos encontrados en Internet.

Tomando ejemplo del proyecto “Treasure Valley Biodiesel Plant”, se puede estimar un costo de licencias y permisos de US\$ 150.000.

### **1.3. Obras civiles**

Estas consideran toda la parte de preparación del terreno para poder construir la planta. Se debe entonces remover tierra y aplanar la superficie de construcción, hacer las fundaciones y montar la estructura. Como costo adicional, se debe tomar en cuenta la instalación de faenas, cuyo valor se estima en 70.000.000 de pesos.

### **1.4. Movimiento de tierra**

Al comprar el terreno, se debe crear a partir del suelo existente una superficie plana donde se construirán todas las partes de la planta. Se debe remover la capa superficial de tierra, cuyo costo depende del volumen extraído. Parece razonable considerar una altura de tierra a mover de 1,5m. Para un terreno de 2 ha, tenemos por lo tanto 30.000m<sup>3</sup> de tierra a mover, con un costo unitario de \$1000/m<sup>3</sup>. Falta después por compactar la superficie y obtener el terreno listo para trabajar (\$300/m<sup>3</sup>).

Se debe construir entonces las fundaciones y vías asfaltadas de la planta. Las fundaciones de hormigón sirven para soportar los pesos de los estanques, del edificio de proceso y de las oficinas. La superficie a soportar es de 4188m<sup>2</sup>, según la suma del área ocupada por cada parte. Los valores tomados son iguales a valores encontrados en los proyectos Copec, generados por la empresa Inecons Ltda. Se propone construir para 2000m<sup>2</sup> de asfalto, que sirve para el tránsito de los vehículos y de la gente.

### **1.5. Estructura del edificio**

Los procesos se agrupan en 3 pisos en un edificio central, cuya altura entre pisos es de 6m. No se necesita particular protección de los equipos contra las

intemperies por lo que se propone utilizar una estructura de acero pintado, con pisos de rejillas de acero y techo zincado. No se construyen paredes al edificio. En base a este diseño, se puede estimar el costo en 10 UF/m<sup>2</sup> para cada piso y 1UF/m<sup>2</sup> para el techo.

Las dimensiones del edificio a considerar son las siguientes:

- Largo de 30 metros
- Ancho de 20 metros
- Altura total de 18m

### **1.6. Construcción de oficinas**

Para la recepción de clientes, el almacenamiento de archivos y documentos, el control de la planta y los equipos de laboratorio, se debe construir un edificio de oficinas. Dado el nivel de terminación muy superior (aislamiento, redes informáticas y eléctricas...), el costo unitario de construir oficinas se promedia a 22 UF/m<sup>2</sup> en los proyectos Copec. Se dan las dimensiones en la tabla resumen. En la estimación de la planta, se propone agregar un costo de US\$ 57.000 para la construcción de un edificio de bodega y almacenamiento de productos y repuestos. Este valor se suma como un costo de “servicios auxiliares”.

### **1.7. Tabla de los costos de las obras civiles<sup>1</sup>**

- Datos Valor Unidad Datos Valor Unidad
- Altura 1,5 m Numero pisos 3
- Superficie 20 000 m<sup>2</sup> Largo 30 m
- Volumen tierra 30 000 m<sup>3</sup> Ancho 20 m
- Escarpe 1 000 \$/m<sup>3</sup> Superficie por piso 600 m<sup>2</sup>
- Compactación 300 \$/m<sup>2</sup> Superficie techo 660 m<sup>2</sup>
- Total Movimiento 36 000 000 \$ Precio unitario (piso) 10 UF/m<sup>2</sup>
- Superficie estructura 600 m<sup>2</sup> Precio unitario (techo) 1 UF/m<sup>2</sup>



- Superficie oficinas 450 m2 Precio estructura metalica 18 000 UF
- Precio unitario hormigon 18 000 \$/m2 Precio techo 660 UF
- Precio hormigon 18 900 000 \$ Total 347 523 840 pesos
- Superficie asfalto 2 000 m2
- Precio unitario asfalto 6 000 \$/m2
- Precio asfalto 12 000 000 \$ Largo 30 m
- Precio unitario bases 1 400 \$/m2 Ancho 15 m
- Precio bases 4 270 000 \$ Superficie 450 m2
- Obras civiles estanques 233 641 145 \$ Precio unitario construcción 22 UF/m2
- **Total 304 811 145 pesos (Movimientos de tierra)**
- **Total 184 377 600 pesos (Estructura)**
- Movimiento de tierra y fundaciones Estructura

Oficinas

### 1.8. Costo de los equipos principales

El equipamiento de la planta considera los estanques, los equipos principales, las bombas y otros equipos, así como varias instalaciones (eléctrica, de seguridad...). En el capítulo anterior, se describieron los materiales, pesos y funciones de los equipos. Veamos ahora como estimar el precio de los equipos diseñados. Varios métodos se utilizaron según los datos encontrados o cotizados a empresas que trabajan generalmente con Copec.

La mayoría de los equipos principales son de acero inoxidable, de acero al carbono o de los dos materiales. El espesor necesario varía entre 4 a 8mm, lo que fija el tipo de acero a comprar.

### 1.9. Aislamiento

Muchos de los equipos necesitan funcionar con calor, por lo que es preferible aislarlos para evitar las pérdidas de calor. En la industria de combustibles, se

puede encontrar varios tipos de lanas o espuma recubierta de aluminio. Este material protege de la corrosión y mantiene el aislante del deterioro.

Se propone el uso de paneles de espuma de policianuro de 1,5” con revestimiento de cinta aluminio de 0,024” de espesor en ambos lados. Este material utilizado en Copec en el proyecto TPI Bankers cuesta unos US\$ 79/m<sup>2</sup>, contando el montaje.

### **1.10. Cálculo del costo de equipos**

Todos los equipos diferentes de los intercambiadores de calor, o sea reactores, decantadores, columnas y stripper) se calculan a partir del peso de material y del costo por tonelada. A partir del precio del acero procesado, tenemos directamente el costo del equipo en base a su material. Si se necesita aislamiento, se agrega un costo multiplicando por la superficie global del equipo. Se obtiene así el precio aproximado de cada equipo en US\$.

Para calcular el precio de los intercambiadores de calor, se considera el volumen de material de la cáscara y de los desviadores y se multiplica por el costo del material respectivo. Se debe agregar el costo de tubería, lo cual se calcula multiplicando el costo unitario de tubos por el largo de tubos en cada equipo por 1,5 para tomar en cuenta la mano de obra para armar el intercambiador.

Todos los precios aparecen al final de los listados de equipos creados anteriormente. Permiten una lectura fácil del precio en función de las características de los equipos costeados.

### **1.11. Costo de bombas y cañerías**

En el capítulo de diseño mecánico, se obtuvo para cada bomba el tipo, el caudal y la potencia consumida. Se cotizaron los precios directamente en base a esta información a la empresa Sihi.

Los precios encontrados se proponen directamente en el anexo de bombas. Es importante destacar que las bombas de muy bajo caudal que sirven para entregar cantidades exactas, por ejemplo en el caso de neutralización de ácidos

con soda cáustica, se deben utilizar bombas dosificadores. Son bombas de pequeño tamaño con un sistema de regulación preciso que controla de manera mucho más preciso el flujo bombeado.

En cuanto al “piping”, se calculó de manera aproximada el largo de cañería que cada bomba debe alimentar. Existen diferentes diámetros de cañería, desde 1” a 2,5” para esta planta. Se cotizó el precio unitario de cañerías con costura, en acero al carbono, lo cual se suele utilizar en plantas de combustible.

### **1.12. Método de Chilton: costo de estanques y otros equipos**

Por equipo auxiliar se entienden finalmente todos los equipos no pesados y que se cotizan directamente por no ser posible calcularlo de manera simple o se correlacionan con equipos similares encontrados. En efecto, equipos como mezcladores o centrifugas se suelen comprar directamente a los fabricantes porque son muy específicos y piden información adicional que no se maneja todavía a este nivel de ingeniería.

### **1.13. Explicación del método de Chilton**

Cuando se desea estimar el costo de un equipo de una capacidad determinada, y por otro lado se conoce el valor de un equipo de similares características pero de diferente capacidad, se suele usar este método. Es de carácter general y sirve para tener una idea aproximada del monto de la inversión a efectuar. Este método de origen heurístico se aplica en etapas de viabilidad o factibilidad, tal como es el caso en este trabajo conceptual.

### **1.14. Costo de estanques**

Todos los estanques de la planta que no contienen ácidos son de acero al carbono, con estructura metálica. Para los estanques inferiores a 500m<sup>3</sup>, se utilizó como base B un estanque de 200m<sup>3</sup> para un proyecto de una planta de lubricante en Copec, que tiene un costo aproximado de US\$ 150.000. El coeficiente n para los estanques vale 0,7. Para los estanques mayores a 500m<sup>3</sup>, se utilizó una curva de tendencia en base a los datos de 3 estanques

**construidos en Copec: 500, 1500 y 5000m<sup>3</sup>. El valor respectivo de estos estanques es de US\$ 204.000, 366.000 y 643.500.**

### **1.15. Costo de equipos auxiliares**

Se aplica el método de Chilton para los equipos auxiliares para los cuales no se obtuvo cotización o variedad en la información de precios. En este caso, se indica en anexo los precios que se encontraron en empresas internacionales que publican información en Internet. Se agrega los precios de equipos similares en una segunda tabla del mismo anexo. A partir de estos precios y de Chilton, se deduce tanto un precio como la potencia del equipo. Así, podemos estimar la potencia eléctrica consumida por el equipo que se necesita específicamente para la planta de biodiesel.

Los equipos calculados por este método son las centrifugas y los secadores por vacío. Sin embargo, en el caso de mezcladores, no se encontraron datos a la fecha de escritura del informe, por lo que se propone valorizar los mezcladores grandes en US\$ 20.000 y los chicos en US\$ 10.000. Los filtros se valoran unos US\$ 2.500 y los mezcladores estáticos US\$ 2.000.

### **1.16. Costos adicionales**

La construcción de una planta genera otros costos obligatorios cuyo costo se debería evaluar.

Unos costos entran en la parte de equipamiento y otros son de orden general y dependen también del costo de desarrollo preliminar y de obras civiles.

### **1.17. De equipamiento**

Por ejemplo, en la planta diseñada, se debe prever un laboratorio de pruebas para analizar tanto el aceite entrante como la calidad del biodiesel producido. Se propone construir dos estanques intermedios de biodiesel justamente para analizar uno cuando está lleno y que se está llenando el otro. Van Gerpen et al. Estiman que los equipos necesarios para realizar las pruebas de calidad cuestan US\$ 76.100. Considerando el flete a Chile, se multiplica este valor por

Una planta de este tamaño se controla de manera automática, con una red computadorizada dedicada. El costo de automatización se puede estimar a US\$ 350.000, en base a experiencia de Carlos Lonza. Otro punto importante es la creación de una red de incendio y seguridad debido al manejo de combustibles y fluidos muy inflamables como el metanol o el catalizador.

En comparación con proyectos realizados en Copec, se propone valorizar la inversión en seguridad en US\$ 650.000.

El proceso genera agua que se debe tratar antes de reutilizar o volver a la red por tener componentes aceitosos, metanol y otros químicos generados por el proceso. La planta de tratamiento de agua debe absorber una cantidad de 9,3 toneladas por hora. En Copec, para un proyecto de planta que necesitaba también tratar aguas procesadas, el costo fue de US\$ 500.000 para limpiar 10 toneladas por hora. El precio elegido para la planilla de costo fue básicamente el mismo.

Por fin, se estima sin mayor información los costos de la caldera en US\$ 200.000 y de la instalación eléctrica en US\$ 850.000. Estos valores son aproximados y necesitarían también una cotización específica. El manejo de las cantidades que transitan por camiones se hace generalmente por pesaje de los vehículos antes y después del despacho de producto. El costo de la romana en otro proyecto de Copec sale en US\$ 50.000. Por fin, podemos valorar los servicios básicos como la telefonía, la red de agua potable... en US\$ 100.000.

El montaje de equipos también genera costos. El valor agregado depende del tipo de equipos.

El Perry's da valores que van de 5 a 40% según lo que se quiere montar. Proponemos para la planta un costo igual a 10% del costo de equipo.

Dentro del ítem equipamiento, es preferible prever un plan de contingencia que genera un costo adicional. Un valor clásico encontrado de contingencia alcanza 5% del costo directo. Una vez considerada la contingencia, tenemos entonces el valor global que se le dedica al conjunto de equipamiento.

### **1.19. De carácter general**

En una fase de ingeniería conceptual, la lista de costos no puede ser realmente exhaustiva y describe generalmente las principales inversiones, que generan la mayor parte del costo final.

Sin embargo, para tomar en cuenta los imprevistos y equipos menores, se propone agregar un costo equivalente a 15% del costo base, que incluye desarrollo preliminar, obras civiles y equipamiento. El costo directo total es por la tanto el costo de equipos mas el costo de imprevistos, lo todo siendo 1,15 por el costo de equipos. La gestión de la construcción es otro punto a considerar en la planilla de costos. En efecto, se requiere prever un gasto ligado al control de la fabricación y montaje de la planta. Se propone darle un peso equivalente a 5% del costo base.

En cualquier proyecto de construcción de planta hay una importante etapa de ingeniería, que se divide entre las fases de ingeniería básica avanzada y de detalles. El diseño completo y preciso se hace durante esta última fase, y permite cotizar exactamente los equipos necesarios para la planta. Se elige habitualmente estimar que la ingeniería cuesta un 10% del costo base. Por fin, cuando la planta está construida y que las obras de montaje se terminaron, existe un periodo de interfase antes del funcionamiento lineal de la planta. El momento de lanzamiento de la planta permite calibrar los diversos parámetros, averiguar el buen funcionamiento de los equipos.

### **1.20. Inversión estimada**

Planilla de inversión estimada

Inversión inicial Valor Unidad Valor Unidad

Compra del terreno 14 000 000 \$/ha 28 000 000 pesos

En base a los datos explicados anteriormente, se puede crear la tabla 19 que resume la manera de calcular la inversión total, o sea el costo de la planta diseñada.

Sumando los gastos para preparar la construcción, las obras civiles, los equipos, incluyendo el campo de estanques, y los costos adicionales, la

inversión estimada alcanza unos 14,7 millones de dólares. Esta cifra representa una inversión importante pero cuyo peso en el balance final del precio del biodiesel no es tan alto, como se muestra a continuación. Comparando esta cifra con cotizaciones de plantas equivalentes, el valor entra en el rango inferior de los precios propuestos. Se hará una comparación con valores propuestos por empresas en el último capítulo.

### **1.21. Precio del biodiesel**

Los costos fijos de la planta representan los costos que no dependen directamente de la cantidad producida. Son costos invariables que se deben pagar cualquier sea el modo de funcionamiento y de operación. Al contrario, los costos llamados “variables” dependen directamente de la cantidad a producir y por lo tanto de los consumos que se hacen en la planta.

## **2. Elementos de costos fijos**

### **2.1. Personal necesario**

Una planta de biodiesel es un conjunto de alta automatización donde los procesos no requieren mucha intervención humana. El personal de planta sirve en todas las partes de control de producción, de los equipos y de calidad, mientras se emplean también operarios para la carga de leña en la caldera y para la recepción y entrega de productos a camiones. De acuerdo con plantas en funcionamiento en Brasil y experiencias en Copec, parece razonable prever un jefe de planta, un técnico químico para las pruebas diarias de aceite y biodiesel, un técnico mecánico para la gestión del mantenimiento de equipos, dos operarios de carga de leña en la caldera de vapor y un operario de recepción de camiones.

La producción se hace de manera continua durante el año por lo que debe funcionar todo el día y la noche. Se crea entonces 4 turnos para tomar en cuenta los turnos de fines de semana por ejemplo. Los sueldos se dan en la planilla de resultados.

## **2.2. Mantenimiento de planta**

Se realiza un mantenimiento permanente y preventivo durante todo el año y también un mantenimiento global durante el mes de paro de la planta. En efecto, la producción se hace durante 330 días al año, lo que permite utilizar el tiempo remanente para las obras de inspección general y cambio de equipos previstos.

En plantas productivas y en Copec, se suele gastar un 5% del precio de equipos instalados y por año para las tareas de mantenimiento.

## **2.3. Seguros y Otros costos**

Son un costo obligatorio que corresponden al seguro de la planta y personal. El valor depende de varios parámetros y se puede estimar generalmente en 0,2% de la inversión total. Este valor podría ser investigado más profundamente en un prolongamiento de la ingeniería y se da como valor base.

El funcionamiento de una planta siempre genera una multitud de pequeños costos (administrativos,...) cuyo costo agregado es un gasto importante. Se encontraron cifras hasta 50% del gasto en personal, mantenimiento y seguros. Para este proyecto, se propone utilizar el mismo porcentaje.

## **2.4. Elementos de costos variables**

Los costos variables reagrupan todos los costos y consumos que se relacionan directamente con la cantidad de biodiesel a producir. Obviamente, cuanto mas grande la planta, mas grande el consumo de reactantes y otros compuestos. Los consumos y precios se encuentran en la tabla final de costos (párrafo siguiente).

## **2.5. Aceite de raps**

El aceite de raps es sin duda el mayor costo variable de la planta y fija de manera muy sensible el costo final del biodiesel. EL aceite de raps se debería producir, como lo describimos anteriormente, por un método de extracción por solvente, lo cual es mas eficiente para grandes volúmenes. De hecho, todas las



plantas de extracción de más de 100.000 toneladas al año funcionan con extracción por hexano u otro compuesto parecido.

No obstante, el precio a considerar para el aceite es el precio internacional, que fija finalmente el precio más probable entre la oferta y la demanda. Además, si el aceite producido en Chile es de menor costo, este se venderá en todo caso al mejor precio que será el precio internacional.

En contacto con el Molino Gorbea, mayor productor de aceite de raps de Chile, nos afirmaron que el costo 2008 del aceite al nivel mundial será de 840 US\$ por tonelada, mucho más alto que un par de años atrás. Este es el valor que se debe considerar para esta evaluación de costos.

El consumo de aceite de raps viene determinado directamente por su características (contenido de triglicéridos...) y sale directamente del flujo que se calculo en el capitulo anterior.

## **2.6. Productos químicos**

El costo de productos químicos baja con el volumen a comprar y es difícil de estimar el precio exacto que se pagará. Se cotizaron precios para paquetes de varias toneladas a la empresa chilena Oxiquim y representan seguramente un valor más alto de lo que se pagaría en realidad.

Sin embargo, constituyen una buena base para evaluar el proyecto.

Los consumos también se extraen del flujo másico calculado y se dan en valor neto. En efecto en caso del metanol, se consume por una parte pero se recicla por otra parte. En este caso, se considero la diferencia entre los dos.

## **2.7. Consumo eléctrico**

La planta consta de muchos equipos eléctricos que consumen de manera constante electricidad. Entran las bombas y los equipos auxiliares como centrifugas y mezcladores en la categoría de equipos eléctricos. Se suma la potencia de cada equipo para obtener una estimación de la potencia total instalada en la planta. Normalmente, se sobre diseñan los equipo con los diversos factores de seguridad pero se considera por otra parte que se

olvidaron seguramente equipos en el conjunto. Esto debería promediar los dos errores descritos.

Existe también una instalación eléctrica para las oficinas, computadores e iluminación nocturnal de la planta. Suponiendo que habrá 100 puntos de iluminación de 100W, funcionando 12 horas al día, tenemos una potencia media utilizada de 5kW. Considerando las oficinas, se propone agregar 30 kW para el consumo de los computadores, equipos de pruebas, iluminación, ventilación...

Obtenemos finalmente una potencia instalada de 175 kW. Para tomar en cuenta olvidos probables, se propone agregar un 10% a este valor que permite acercarse a la potencia instalada en plantas clásicas. La planta entra en la categoría de precios AT3, por necesitar alta tensión y potencia media. Los precios considerados son los vendidos por la empresa SAESA, presente en la región de Temuco y Gorbea, donde se supone que se podría encontrar la planta.

## **2.8. Consumo de leña en la caldera de vapor**

Una gran parte de la energía entregada a los equipos y al proceso se hace con vapor de agua saturado a 4 bar que se crea en una caldera de vapor. Esta caldera se alimenta con leña, un combustible presente en abundancia en el sur y más económico que otros combustibles.

Conociendo la necesidad de vapor calculada en la parte relacionada con los calentadores, se debe evaluar el consumo de leña que permite producir este vapor.

El vapor sale de la caldera a 4 bar y 143,6°C. Una parte va a los calentadores, se condensa y vuelve a unos 100°C como líquido a 3bar (estimación propia). Otra parte va al stripper de glicerina y metanol, entra al equipo y sale con el metanol para ir a la columna de rectificación.

Para el stripper, no podemos considerar que vuelva el agua a 100°C, sino que se debe tomar agua del estanque de agua y calentarlo desde la temperatura del agua en el estanque (15°C).

Entonces, debemos considerar el calentamiento del agua para los calentadores entre (liquido, 100°C) y (vapor, 143,6°C) y del agua para el stripper de (liquido,15°C) a (vapor,143,6°C).

Utilizando las entalpías del agua en los diferentes casos y los flujos másicos, se puede conocer la energía consumida cada hora en la planta mediante la tabla siguiente.

## **2.9. Estimación del costo unitario del biodiesel producido**

A partir de los costos fijos y variables, tenemos el conjunto de los gastos hechos durante el año al hacer funcionar la planta. Dividiendo por la cantidad producida de biodiesel, podemos encontrar el precio por tonelada. Utilizando la densidad del biodiesel y el valor del US\$, podemos estimar el precio de un litro de biodiesel que sale de la planta, durante los años de uso pleno y con amortización.

Con todos los datos definidos, encontraríamos un precio final del biodiesel a producir en esta planta de 476,2 \$/L si la planta entrega 100.000 toneladas al año de biodiesel.

## **Costo del biodiesel**

### ***Precio unitario - Unidad Recurso Unidad Valor Unidad***

- Personal de operación
- Jefe planta 2 000 000 \$/mes 1 persona 24 000 000 \$
- Químico 1 100 000 \$/mes 1 personas 13 200 000 \$
- Mecánico 800 000 \$/mes 4 personas 38 400 000 \$
- Operario recepción 500 000 \$/mes 2 personas 12 000 000 \$
- Obreros 500 000 \$/mes 8 personas 48 000 000 \$
- Mantenimiento planta 5 %/equipos 382 913 \$US
- Seguros y tasas 0,2 %/total 29 419 \$US
- Otros costos 50,0 %/otros gastos 334 091 \$US

- Amortización planta 4 080 551 \$US
- Total 5 082 823 \$US
- Aceite raps bruto 840 \$US/ton 103 317,72 ton 86 786 885 \$US
- Metanol con flete 360 \$US/ton 9 972,09 ton 3 589 952 \$US
- Catalizador (metóxido sodio) 1,35 \$US/kg 3 747,06 ton 5 058 532 \$US
- Acido fosfórico (85%) 0,73 \$US/kg 103,32 ton 75 422 \$US
- Acido clorhídrico (35%) 0,22 \$US/kg 2 273,17 ton 500 098 \$US
- Soda cáustica (50%) 0,30 \$US/kg 627,55 ton 188 264 \$US
- Leña (para caldera de vapor) 7 000 \$/me 48 793,15 me 341 552 079 \$
- 46,43 \$/kWh 1 542 078 kWh 71 598 663 \$
- 9 510,84 \$/kW/mes 193 kW 21 999 673 \$
- Total 97 020 192 \$US
- 102 103 015 \$US
- 1021,0 \$US
- Costo neto por litro de biodiesel 476,2 \$
- Electricidad
- Costos Fijos
- Costos Variables
- Costo por tonelada de biodiesel

**\*\* FIN \*\***