



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**“EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE GASES Y VAPORES  
GENERADOS EN EL EXPENDIO DE COMBUSTIBLE EN LA  
GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES  
DEL CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014  
- 2015”**

Trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio  
Ambiente.

**Autor:** Alex Paúl Batallas Changoluisa

**Director:** Ing. José Antonio Andrade Valencia

Latacunga – Ecuador

2015

## DECLARACIÓN DE AUDITORÍA


Yo, **ALEX PAÚL BATALLAS CHANGOLUISA**; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

**POSTULANTE:**

  
**BATALLAS CHANGOLUISA ALEX PAÚL**  
CC: 050347836-4

## **AVAL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, Ing. José Antonio Andrade Valencia Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado: **“EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE GASES Y VAPORES GENERADOS EN EL EXPENDIO DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DEL CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 - 2015”**, de Alex Paúl Batallas Changoluisa, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **C E R T I F I C O**: Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

  
.....  
Ing. José Antonio Andrade Valencia  
**DIRECTOR DE TESIS**  
C.I. 050252448-1



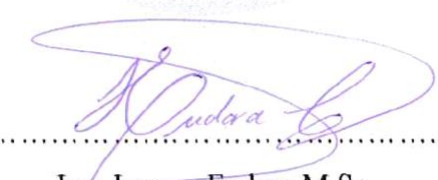
**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES**

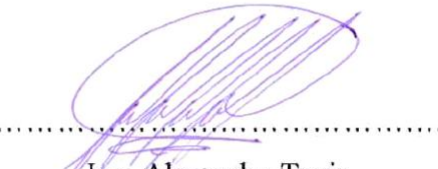
**LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN**

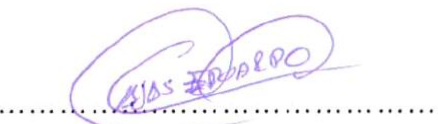
En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del señor Alex Paúl Batallas Changoluisa, con el: **“EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE GASES Y VAPORES GENERADOS EN EL EXPENDIO DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DEL CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 - 2015”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos continuar con el trámite correspondiente.



.....  
Ing. Ivonne Endara M.Sc.  
PRESIDENTE



.....  
Ing. Alexandra Tapia.  
OPOSITOR



.....  
Ing. Eduardo Cajas C.  
MIEMBRO



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotacachi, en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **BATALLAS CHANGOLUISA ALEX PAÚL**, cuyo título versa **"EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE GASES Y VAPORES GENERADOS EN EL EXPENDIO DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DEL CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014-2015"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

En todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, agosto del 2015

Atentamente,

Lic. Mónica Chelusa MSc.  
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS  
C.C. P.A.O. 22 14 70 - 7

## AGRADECIMIENTOS

Es una satisfacción personal terminar algo que costó mucho al inicio, en este tiempo en la universidad aprendí de mis errores, conocí cual es mi verdadero potencial y descubrí que la vida es más bonita cuando se trabaja por las cosas que uno quiere junto a personas de buen corazón.

Mi gratitud principal a Dios y a la Virgen del Quinche por cuidar y guiarme en toda mi vida estudiantil para así llegar a culminar esta carrera tan anhelada.

Mi profundo agradecimiento a mis Familiares que siempre estuvieron ahí en cada momento a cada instante para así lograr uno de mis sueños más grandes.

Agradezco a todos mis docentes quienes ahora además considero mis amigos por tenerme paciencia en todo momento mostrando amistad y solidaridad cuando más necesitaba.

Durante el tiempo que estuve en la universidad agradezco a todos mis amigos y compañeros que compartieran momentos conmigo durante estos años y que la suerte nos acompañe a todos en conseguir nuestros nuevos objetivos.

A la Ing. Patricia Travéz por el incondicional apoyo prestado durante todo el monitoreo realizado para la obtención del III CAPITULO.

*Alex Batallas*

## **DEDICATORIA**

### **A mi Abuelito Vicente.**

Por a ver cuidado de mí desde mi infancia, recuerdo las historias que me contaba de niño en donde yo siempre era el vencedor, gracias papi por enseñarme a ser campeón desde pequeño y por inculcarme que con esfuerzo todo se puede.

### **A mis Madres.**

María Juana, Nelly Susana y Blanca Fabiola quienes con su comprensión, paciencia y cariño me han enseñado a salir ha delante a pesar de las adversidades encontradas en el camino transcurrido.

### **A Don Vicente.**

Por ser un ejemplo y bridar sus consejos que ayudaron a tomar las decisiones correctas en el trascurso de mi vida estudiantil.

### **A mis familiares**

Es difícil a veces expresar los sentimientos, pero creo que es importante que sepan cuanto los quiero a todos mis hermanos/as, primo/as, tíos/as, y más familiares que estuvieron siempre ahí con una voz de aliento para continuar y llegar hasta donde estoy, para todos ustedes va dedicado la presente investigación y en especial para mi primer sobrino y ahijado Matías Oña, todo se consigue gracias a un esfuerzo y perseverancia. Gracias familia.

*Alex*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Portada .....	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA .....	ii
AVAL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
CERTIFICACIÓN .....	iv
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRAC .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
Problematización.....	1
Planteamiento Del Problema.....	1
Formulación del Problema .....	2
Justificación .....	2
Objetivos .....	3
<i>Objetivo General</i> .....	3
<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
CAPÍTULO I.....	4
1.    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1.    Antecedentes .....	4
1.2.    Marco Teórico .....	5
1.2.1. <i>Contaminación del Aire</i> .....	5
1.2.1.1. <i>Concepto</i> .....	5
1.2.1.2. <i>Contaminantes Atmosféricos</i> .....	6
1.2.1.3. <i>Principales Contaminantes del Aire</i> .....	7



1.2.1.4.	<i>Fuentes de contaminantes</i> .....	10
1.2.1.5.	<i>Efectos Nocivos de la Contaminación Atmosférica en Seres Humanos, Plantas Y Animales</i> .....	16
1.2.1.5.1.	<i>Efectos en la Salud Humana.</i> .....	17
1.2.1.5.2.	<i>Efectos en la Agricultura y los Bosques.</i> .....	19
1.2.1.5.3.	<i>Efectos en los Materiales y el Paisaje Urbano.</i> .....	19
1.2.2.	<i>Estrategias de Mitigación de la Contaminación del Aire</i> .....	20
1.2.2.1.	<i>Control de Focos de Combustible Moviles</i> .....	20
1.2.2.2.	<i>Control de Focos Fijos de Emisión de Contaminantes</i> .....	23
1.2.2.2.1.	<i>Monóxido de Carbono e Hidrocarburos.</i> .....	24
1.2.2.2.2.	<i>Óxidos de Nitrógeno.</i> .....	27
1.2.3.	<i>Hidrocarburos</i> .....	29
1.2.3.1.	<i>Definición</i> .....	29
1.2.3.2.	<i>Clasificación de los Hidrocarburos</i> .....	29
1.2.3.3.	<i>Uso de los Hidrocarburos</i> .....	30
1.2.3.3.1.	<i>Fuentes de Hidrocarburos</i> .....	31
1.2.4.	<i>Normativa Vigente</i> .....	35
1.2.4.1.	<i>Constitución Política de la República del Ecuador</i> .....	35
1.2.4.2.	<i>Declaraciones, Convenios y Protocolos</i> .....	45
1.2.4.2.1.	<i>Ley De Prevención y Control de la Contaminación Ambiental</i> .....	45
1.2.4.2.	<i>Ley de Hidrocarburos</i> .....	47
1.2.4.3.	<i>Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAHOE)</i> .....	52
1.2.5.	<i>Sistema de Tratamiento</i> .....	58
1.2.5.1.	<i>Pistola Modelo 800 (ORVR)</i> .....	58
1.2.5.2.	<i>Pistola Modelo 600 (Bootless)</i> .....	59
1.2.5.3.	<i>Pistola Modelo 400 (ORVR)</i> .....	60
1.2.5.4.	<i>VP 1000 Fuente de Vacío instalada en el Dispensario</i> .....	60
1.2.5.5.	<i>VP 1200 Bomba de vacío para Dispensarios de Succión Directa.</i> ..	61
1.2.5.6.	<i>9000 Mini-jet Bomba de Vacío – Centralizada.</i> .....	62
1.2.5.7.	<i>VP 500 Bomba de Vacío central con Alaves – Centralizada</i> .....	63
1.2.5.8.	<i>2000 Fuente de Vacío y Soplador – Centralizada.</i> .....	64

1.2.5.9.	6280 Sistema de monitoreo de recuperación de vapor.....	65
1.3.	Marco Conceptual .....	65
CAPÍTULO II .....		72
2.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	72
2.1.	Materiales .....	72
2.1.1.	<i>Institucionales</i> .....	72
2.1.2.	<i>Recursos Humanos</i> .....	72
2.1.3.	<i>Recursos Tecnológicos</i> .....	72
2.1.4.	<i>Material de Campo</i> .....	73
2.1.5.	<i>Material de Oficina</i> .....	73
2.2.	Caracterización del Sitio Experimental .....	73
2.2.1.	<i>Ubicación del sitio de estudio</i> .....	73
2.2.2.	<i>Límites de la estación de servicio</i> .....	74
2.2.3.	<i>Características del Lugar</i> .....	74
2.2.3.1.	<i>Ubicación</i> .....	74
2.2.3.2.	<i>Infraestructura de la estación de servicio</i> .....	75
2.2.3.3.	<i>Operación de la estación de servicio</i> .....	75
2.2.3.4.	<i>Características de las áreas de la infraestructura de la estación</i> .....	76
2.2.3.5.	<i>Organigrama Estructural</i> .....	77
2.2.3.6.	<i>Organigrama Funcional</i> .....	78
2.2.3.7.	<i>Condiciones Climáticas</i> .....	79
2.2.3.7.1.	<i>Condiciones Climáticas Generales del Cantón</i> .....	79
2.2.3.7.2.	<i>Clima</i> .....	79
2.2.3.7.3.	<i>Hidrografía</i> .....	79
2.2.4.	<i>Ubicación Micro Ensayo</i> .....	79
2.3.	Diseño Metodológico .....	80
2.3.1.	<i>Investigación Exploratoria</i> .....	80
2.3.2.	<i>Investigación Bibliográfica</i> .....	80
2.3.3.	<i>Investigación de Campo</i> .....	80
2.4.	Métodos y Técnicas .....	81
2.4.1.	<i>Métodos</i> .....	81
2.4.1.1.	<i>Método Hipotético</i> .....	81

2.4.1.2.	<i>Método Deductivo</i> .....	81
2.4.1.3.	<i>Método Inductivo</i> .....	81
2.4.1.4.	<i>Método Analítico</i> .....	82
2.4.2.	<i>Técnicas</i> .....	82
2.4.2.1.	<i>Observación</i> .....	82
2.4.2.2.	<i>Entrevista</i> .....	82
2.4.2.3.	<i>Monitoreo</i> .....	82
2.5.	<i>Metodología</i> .....	83
2.5.1.	<i>Visita a la Estación de Servicio</i> .....	83
2.5.2.	<i>Equipo de Medición</i> .....	83
2.5.3.	<i>Calibración del equipo</i> .....	83
2.5.4.	<i>Instalación del Medidor de Gases y Vapores</i> .....	84
2.5.5.	<i>Operación del Medidor de Gases y Vapores</i> .....	84
2.5.6.	<i>Equipo de Protección Personal</i> .....	84
2.5.7.	<i>Monitoreo</i> .....	84
2.5.7.1.	<i>Benceno</i> .....	84
2.5.7.2.	<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i> .....	84
2.5.8.	<i>Realización de los cálculos para el Benceno</i> .....	85
2.5.8.1.	<i>Determinación de la Concentración promedio por puesto C:</i> .....	85
2.5.9.	<i>Realización de los cálculos para los compuestos orgánicos volátiles</i> .....	86
2.5.10.	<i>Comprobación</i> .....	86
2.5.10.1.	<i>Benceno</i> .....	86
2.5.10.2.	<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i> .....	86
2.5.11.	<i>Tabulación de datos</i> .....	87
2.6.	<i>Resultados</i> .....	87
2.6.1.	<i>Resultados del monitoreo</i> .....	87
2.6.1.1.	<i>Benceno</i> .....	87
2.6.1.2.	<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i> .....	89
2.6.1.2.1.	<i>Tolueno</i> .....	89
2.6.1.2.2.	<i>Xileno</i> .....	91
2.6.1.2.3.	<i>n-Hexano</i> .....	93
2.6.1.2.4.	<i>Promedio de los compuestos orgánicos volátiles.</i> .....	95

2.6.2.	Resultados Global.....	95
CAPITULO III.....		97
3.	PLAN DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE SALUD OCUPA....	97
3.1.	Programa de Vigilancia de la Salud .....	97
3.1.1.	<i>Objetivo</i> .....	97
3.1.2.	<i>Alcance</i> .....	97
3.1.3.	<i>Responsabilidad</i> .....	98
3.1.4.	<i>Procedimiento</i> .....	98
3.1.5.	<i>Historia Clinica Ocupacional</i> .....	98
3.1.5.1.	<i>Tipos de exámenes medicos ocupacionales</i> .....	99
3.1.5.2.	<i>Promoción de la salud</i> .....	101
3.2.	Programa de Capacitación.....	102
3.2.1.	<i>Objetivo</i> .....	103
3.2.2.	<i>Alcance</i> .....	103
3.2.3.	<i>Responsabilidad</i> .....	103
3.2.4.	<i>Capacitación</i> .....	103
3.3.	Selección, Entrega Y Uso De Los Elementos De Protección Personal.	104
3.3.1.	<i>Guantes y Ropa</i> .....	105
3.3.2.	<i>Protección Ocular</i> .....	105
3.3.3.	<i>Protección Respiratoria</i> .....	106
3.4.	Presupuesto .....	106
3.5.	Cronograma.....	107
CONCLUSIONES .....		108
RECOMENDACIONES .....		109
BIBLIOGRAFÍA .....		110
ANEXOS .....		113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 : Límites máximos permisibles de emisiones al aire .....	40
Tabla N° 2 : Límites máximos permisibles de emisiones al aire fijas .....	41
Tabla N° 3 : Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores a 45	
Tabla N° 4 : Valores máximos referenciales para emisiones ala atmósfera. ....	57
Tabla N° 5 : Información general .....	73
Tabla N° 6 : Coordenadas geográficas.....	74
Tabla N° 7 : División política .....	74
Tabla N° 8 : Monitoreo de benceno .....	86
Tabla N° 9 : Compuestos volátiles.....	86
Tabla N° 10 : Medición de la concentración de benceno en PPM.....	87
Tabla N° 11 : Medición de la concentración de tolueno en PPM. ....	89
Tabla N° 12 : Medición de la concentración de tolueno en MG/M <sup>3</sup> .....	90
Tabla N° 13 : Medición de concentraciones de xileno en PPM.....	91
Tabla N° 14 : Medición de concentraciones de xileno en MG/M <sup>3</sup> .....	92
Tabla N° 15 : Medición de concentraciones de n-hexano en PPM.....	93
Tabla N° 16 : Medición de concentraciones de n-hexano en MG/M <sup>3</sup> .....	94
Tabla N° 17 : Resultados globales y comprobación .....	95
Tabla N° 18 : Presupuesto aplicación Plan de Intervención .....	107
Tabla N° 19 : Cronograma Plan de Intervención .....	107

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 : Clasificación de los hidrocarburos .....	29
Gráfico N° 2 : Pistola modelo 800 (ORVR) .....	58
Gráfico N° 3 : Pistola modelo 600 ( <i>BOOTLESS</i> ) .....	59
Gráfico N° 4 : Pistola modelo 400 (ORVR) .....	60
Gráfico N° 5 : VP 1000 Fuente de vacío instalada en el dispensario. ....	60
Gráfico N° 6 : VP 1200 Bomba de vacío de dispensarios de succión directa. ....	61
Gráfico N° 7 : 9000 Mini-jet bomba de vacío – centralizada .....	62
Gráfico N° 8 : VP 500 Bomba de vacío central con alaves – centralizada.....	63
Gráfico N° 9 : 2000 Fuente de vacío y soplador – centralizada. ....	64
Gráfico N° 10: 6280 Sistema de monitoreo de recuperación de vapor.....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 : Medidor de Compuestos Organánicos Volátiles IBRID MX6. 113	
ANEXO N° 2 : Estacion de Servicio del Sindi. Chofe. Profe. Cantón Saquisilí. 114	
ANEXO N° 3 : Instalacion del Medidor de Gases.....	115
ANEXO N° 4 : Monitoreo de Gases y Vapores.....	116
ANEXO N° 5 : Trabajadores de la Estacion de Servicio.....	118

## RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente trabajo de investigación es monitorear los gases y vapores emitidos al ambiente en el proceso de expendio de combustible, para posteriormente ser comparados con la TABLA N° 4 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAHOE), la indagación se realizó en la estación de servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí ubicada en la calle Simón Bolívar entrada al cantón en las coordenadas  $0^{\circ}50'33.6''S$  y  $78^{\circ}39'50.6''W$ .

Para poder realizar el estudio primero se levantó información de la estación de servicio, incluyendo identificación, límites, características del lugar, infraestructura, operación, características de las áreas de la infraestructura, personal de trabajo de la estación de servicio y condiciones climáticas.

Una vez levantado toda la información de la estación de servicio se procedió a la identificación de los gases y vapores generados en el expendio de combustible con el multigases MX6, los mismos que fueron benceno, tolueno, xileno y n-Hexano.

Posteriormente se realizó un Monitoreo constante de los gases y vapores generados en el expendio de combustible con el equipo de medición obteniendo los siguientes resultados Benceno con 0,52; Tolueno con  $40,06 \text{ mg/m}^3$ ; Xileno con  $45,0 \text{ mg/m}^3$  y n-Hexano con  $34,4 \text{ mg/m}^3$ .

Finalmente se realiza un plan de prevención y protección de Salud Ocupacional el mismo que consta de un programa de Vigilancia de la Salud y un programa de Capacitación ya que el monitoreo de gases y vapores no sobrepasan los niveles permisibles para realizar un sistema de tratamiento; para culminar la indagación se presenta las conclusiones y recomendaciones correspondiente.

## ABSTRAC

The purpose of this research is to monitor gases and vapors emitted into the environment in the process to sale fuel and then this process is compared with Table No. 4 of Environmental Regulations for Hydrocarbon Operations in Ecuador (RAHOE), the investigation was made at the service station to Professional Drivers of Saquisilí canton located at Simon Bolivar in 0°50'33.6''S y 78°39'50.6''W.

First, for making the investigation was necessary to find information about the gas station, some of them are the identification, limits to service station, characteristics of the place, infrastructure, operation, features of the areas, staff or workers to the service station and weather conditions.

When the researcher has all dates about the service station, he/she starts to identify the gases and vapors, generated in the sales of fuel, the investigator uses a machine of multigases knows as MX6; the results were benzene, toluene, xylene and n-hexane.

Subsequently, a constant monitoring of gases and vapors were made with the fuel, taking into account that it was generated with measuring equipment getting the following results with 0,52 Benceno; 40.06 mg Toluene mg/m<sup>3</sup>; Xylene with 45.0 mg/m<sup>3</sup> y n-Hexane 34.4 mg/m<sup>3</sup>.

Finally, a plan of prevention and protection to occupational health is performed, in order to show the results to the investigation, it has a program of health surveillance and training for monitoring the gases and vapors; so, the researcher saw that they do not exceed the level to the training. To conclude the project, the investigator presents the conclusions and recommendations.



# INTRODUCCIÓN

## Problematización

### Planteamiento Del Problema

La contaminación es un problema global que afecta al hombre y a todas las formas de vida que habitan nuestro planeta. Se han descrito un gran número de contaminantes ambientales y una variedad de efectos adversos en los seres vivos. Sin embargo, también existe un número de contaminantes desconocidos para el hombre, se estima que los seres vivos están expuestos a más de 70.000 compuestos químicos diferentes, la mayor parte de ellos productos de la actividad humana.

La Dirección Nacional de Hidrocarburos ha calificado a diez compañías como comercializadoras: las nacionales Baneybo, con 2 gasolineras; Petrocomercial, con 108; Petróleos y Servicios, con 205; Petrolitoral, con 47; Petrolgrupsa, con 64; Petrolríos, con 6; Tripetrol Gas, con 13; y las transnacionales Móbil, con 26 gasolineras; Lyteca (subsidiaria de Texaco), con 24; y Shell, con 36, transnacionales.

Las operaciones desarrolladas en las distintas gasolineras del Ecuador conllevan a la generación de emisiones fugitivas de compuestos orgánicos volátiles (COVs). La mayor parte de este compuesto proviene del depósito de gasolina así como también en los procesos de carga y descarga de combustibles. Los combustibles de origen fósil, como la gasolina de inyección directa, contiene compuestos orgánicos volátiles (COVs), las cuales son compuestos precursores del ozono y del material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>), algunos de ellos son conocidos agentes carcinógenos; existen dos COVs altamente tóxicos. Estos son el benceno y 1,3-butadieno y son de preocupación particular puesto que son sustancias carcinógenas conocidas.

Los contaminantes principales de la provincia de Cotopaxi son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los metales pesados, los compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos, y poli aromáticos explicó Carlos Zurita, representante monitor del proyecto calidad del aire del Ministerio del Ambiente de Cotopaxi, estos contaminantes antes aludidos agotan la capa de ozono y por ende afecta a la calidad del aire así como también la salud de los seres humanos.

En objeto de estudio de la presente investigación son las concentraciones de gases y vapores generados en el expendio de combustible de la Gasolinera del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí.

### **Formulación del Problema**

¿Las concentraciones de gases y vapores en el expendio de combustible alteran la calidad del aire y afecta a la salud de los trabajadores de la Gasolinera del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí?

### **Justificación**

La operación de las estaciones de servicio genera olores producto básicamente de las emisiones evaporativas por la manipulación del combustible, y en menor medida de los solventes, además las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos volátiles (COVs), son ricas en fracciones livianas (parafinas y olefinas) que son foto-químicamente reactivas, por tanto precursoras de ozono alterando así la calidad del aire y daños para la salud.

Por lo tanto, en la presente investigación se proyecta establecer datos que nos permita determinar los porcentajes de gases y vapores que son emitidos al ambiente, para desarrollar esta investigación se utilizara equipos que nos permitan obtener datos confiables los mismo que utilicen como antecedentes para implementar políticas, normas y ordenanzas municipales las cuales permitan regular dicha actividad, al mismo tiempo proponer un sistema de tratamiento de

última tecnología como son las pistolas surtidoras las mismas que accede por cada 1.000 litros de gasolina evaporada se puede recuperar un litro 'líquido', que puede nuevamente utilizarse en el automóvil.

Los beneficiarios de este proyecto de investigación será la gasolinera del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí y por ende el cantón.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Evaluar las concentraciones de gases y vapores generados en el expendio de combustible para proponer un sistema de tratamiento en la Gasolinera del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2014 – 2015.

### ***Objetivos Específicos***

- Identificar los gases y vapores generados en el expendio de combustible de la estación de servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí con el equipo de medición para posteriormente ser comparados con la TABLA N° 4 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAHOE)
- Monitorear los gases y vapores generados en el expendio de combustible de la estación de servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí con el equipo de medición.
- Elaborar la propuesta para un sistema de tratamiento adecuado de gases y vapores en el proceso de expendio de combustible si así lo requiere el monitoreo realizado para disminuir las emisiones de los mismos.

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Antecedentes

La Alcaldía de Medellín y de Itagüí, realizó los estudios de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (Colombia) en el año 2005 lo cual asimila los siguientes resultados: Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles fueron agrupadas en 10 categorías: metano, otros no-metanos, alcanos, ciclo alcanos, alquenos, alquinos, aldehídos, cetonas, aromáticos y PAH's (hidrocarburos poliaromáticos). En las fuentes fijas se tuvieron en cuenta las industrias que se encuentran en el valle de Aburrá y emisiones biogénicas se calcularon los aportes de NOx y COV's y el dominio seleccionado comprende 1.600km<sup>2</sup>, aunque el área total de estudio del MODEAM fue de 3.600 km<sup>2</sup>, donde están localizados los 10 municipios que conforman el área metropolitana. Las emisiones en el Valle de Aburrá, se realizó un análisis que permitió establecer que el actual inventario presenta un incremento significativo de los óxidos de nitrógeno (62%) y de compuestos orgánicos volátiles (95%), respecto de los valores obtenidos en el 2003. Los resultados de emisión torales obtenidos en el inventario de 2005, mostraron un incremento global de 12% respecto del 2003. Los mayores aportes corresponden a los contaminantes CO y COV's.

El Instituto Nacional de la Ecología realizó un Estudio de las emisiones evaporativas de gasolina en estaciones de servicio de la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2009, el mismo que arrojaron los siguientes datos; los compuestos aromáticos en la muestra de 24h00 que se realizó el 5 de junio, se determinaron 6 de los 16 aromáticos analizados pero los más exuberantes son los siguientes: tolueno con 12.3 ppbV, etilbenceno con 82.2 ppbV, y oxileno con 47.6 ppbV.

La Universidad Central del Ecuador ha ejecutado una cuantificación de compuestos aromáticos (btex) en las emisiones gaseosas de fuentes móviles terrestres de gasolina en el distrito metropolitano de Quito en el año 2012 la misma que concibe los siguientes resultados: la concentración de Benceno dentro del grupo de BTEX es de 25,33 ppm, cuyo valor es mayor comparada con el tolueno (16,15 ppm), etilbenceno (4,42 ppm) y xilenos (7,30 ppm), correspondiendo a un valor promedio en porcentaje para el benceno de 48 % seguido del tolueno con un valor de 29,7% y en cantidades menores el etilbenceno y xilenos con 8,18% y 14,04% respectivamente.

## **1.2. Marco Teórico**

### **1.2.1. Contaminación del Aire**

#### **1.2.1.1. Concepto**

Según **BARRENETXEA C., et al...** (2011). “La contaminación atmosférica es la impurificación de la atmosfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, liquidas o solidas o radiaciones ajenas a su composición natural o proporción superior a aquélla”(Pág. 325).

Según **ALFARO M.** (1998). **Es la presencia en la atmosfera de gases, partículas y vapores que han sido incorporados directa o indirectamente al aire por el ser humano o por fuentes naturales en cantidades suficientes como para afectar negativamente animales, vegetación, materiales y al ser humano mismo, por lo tanto, es producto de los procesos de desarrollo impulsados por el ser humano.** p.10.

### ***1.2.1.2. Contaminantes Atmosféricos***

Según MANAHAN S. (2007) los contaminantes atmosféricos se clasifican en:

#### **a) Contaminante Atmosféricos Primarios**

Los contaminantes primarios en la atmosfera son aquellos que se emiten indirectamente. Un ejemplo de contaminante primario es el dióxido de azufre  $SO_2$ , que daña directamente la vegetación y es un irritante pulmonar. De importancia mayor en la mayoría de los casos son los contaminantes secundarios.

#### **b) Contaminantes Atmosféricos Secundarios**

Estos se forman por medio de procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o incluso sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Generalmente, los contaminantes secundarios son producidos por la tendencia natural de la atmósfera a oxidar los gases traza en ella. El ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , que es un contaminante secundario, se genera por oxidación del contaminante primario  $SO_2$ , mientras que el contaminante secundario  $NO_2$  se produce cuando se oxida el contaminante primario  $NO$ . Uno de los contaminantes secundarios más importantes de la troposfera es el ozono,  $O_3$ , para el que la materia prima es el oxígeno atmosférico,  $O_2$ . En la troposfera se producen niveles contaminantes de cómo por medio de procesos fotoquímicos en presencia de hidrocarburos u otros compuestos carbonosos y  $NO_x$  ( $NO + NO_2$ ). Otro tipo importante de contaminante secundario consiste en la materia particulada generada por acciones químicas atmosféricas que operan sobre los contaminantes primarios gaseosos.

c) **Contaminantes Primarios Y Secundarios Más Destacables**

i. **CONTAMINANTES PRIMARIOS**

Monóxido de carbono (CO).

Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>, especialmente NO y NO<sub>2</sub>)

Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>, especialmente SO<sub>2</sub>)

Hidrocarburos (HC) o compuestos orgánicos volátiles (COV) actualmente cabe distinguir metano (CH<sub>4</sub>) y compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM).

Partículas

**Otros:**

Amoniac (NH<sub>3</sub>)

Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S).

Halógenos (X<sub>2</sub>).

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Metales.

i. **CONTAMINANTES SECUNDARIOS**

Ozono (O<sub>3</sub>)

Oxidantes fotoquímicos

Sulfatos

Nitratos

Otros.

***1.2.1.3. Principales Contaminantes del Aire***

Según NEBEL B. (1999) los siguientes ocho contaminantes han sido identificados como los más difundidos y graves:

a.) **Partículas Suspendidas**

Se trata de una mezcla compleja de partículas sólidas y aerosoles (partículas líquidas) suspendidas en el aire. Las vemos como polvo, humo y niebla y llevan algunos o todos los demás contaminantes disueltos o adheridos a su superficie. Estas partículas deterioran muchas funciones respiratorias, en particular en quienes padecen problemas crónicos. En 1987, la EPA (Environmental Protection Agency) añadió una nueva norma para las partículas, la  $PM_{10}$  basada en la información de que las partículas de materia de menos de 10 micrómetros de diámetro causan los mayores efectos nocivos en la salud puesto que suelen ser inhaladas.

**b.) Compuestos Orgánicos Volátiles (COV'S)**

Entre otras sustancias, incluyen gasolina, solventes de pintura y soluciones limpiadoras orgánicas, que se evaporan y entran en la atmosfera como vapor, lo mismo que fragmentos de moléculas de la oxidación incompleta de combustibles y desechos. Los compuestos orgánicos volátiles son los principales causantes de la formación de ozono.

**c.) Monóxido De Carbono (CO)**

Es un gas invisible e inodoro, muy venenoso para los animales porque impide el suministro de oxígeno a los órganos y tejidos.

**d.) Óxido De Nitrógeno ( $NO_x$ )**

Entre éstos se encuentran varios compuestos de oxígeno y nitrógeno, todos gases. Se convierten en ácido nítrico en la atmosfera y son la principal fuente de la deposición ácida. El dióxido de nitrógeno irrita los pulmones y causa enfermedades respiratorias agudas en los niños.



**e.) Óxidos De Azufre (So<sub>x</sub>), Sobre Todo Dióxido De Azufre**

El dióxido de azufre es un gas venenoso para las plantas y animales, y los niños y los ancianos son muy sensibles a él. Se convierte en ácido sulfúrico en la atmosfera y también es una de las principales fuentes de la deposición ácida.

**f.) Plomo Y Otros Metales Pesados**

El plomo es muy peligroso en concentraciones bajas y llega a causar daño cerebral y muerte. Se acumula en el organismo y lesiona tejidos y órganos.

**g.) Ozono Y Otros Oxidantes Fotoquímicos**

De seguro sabe que hay que conservar la capa de ozono de la atmosfera superior para que nos proteja de la radiación ultravioleta. Pero el ozono es también muy tóxico para las plantas y animales: lesiona los tejidos pulmonares y es causante de muchos trastornos de los pulmones. Por tanto, el ozono a nivel del suelo es un contaminante grave. Este caso subraya el hecho de que “los contaminantes son productos químicos que están donde no deben estar”.

**h.) Sustancias Tóxicas Y El Radón**

Entre los químicos tóxicos del aire se cuentan sustancias carcinógenas, materiales radiactivos y otras sustancias (asbestos, cloruro de vinilo y benceno) emitidas como contaminantes pero no incluidas en los puntos precedentes. La ley de Aire Limpio identifica 189 contaminantes atmosféricos peligrosos en esta categoría, muchos de los cuales son conocidos carcinógenos en los seres humanos. El radón es un gas radiactivo generado por los procesos naturales del interior de la Tierra.

Todas las sustancias radiactivas tienen el potencial de dañar a los seres vivos con los que entran en contacto.

#### ***1.2.1.4. Fuentes de contaminantes***

Según **BARRENETXEA C.**, et al... (2011). Las alteraciones de la composición del aire pueden tener un doble origen:

##### **i. Fuentes De Contaminación Natural**

La gran mayoría de las especies consideradas como contaminantes de la atmósfera. Tienen en buena parte un origen natural, siendo estas fuentes las responsables de las cantidades de sustancia existentes en una atmósfera no contaminada antropogénicamente. En determinados casos, la presencia por causas naturales de dichos agentes en una proporción anormalmente alta puede ser, y ha sido, causa de graves episodios – 2.000 muertos a causa de CO<sub>2</sub> de origen volcánico en el lago Nyos en Camerún – u en ocasionar graves alteraciones en la climatología y contaminación globales – erupciones volcánicas en El Chichón (México, 1982) o Pinatubo (Filipinas, 1991).

##### **a) Compuestos Orgánicos**

Alrededor del 85% de los hidrocarburos totales en la atmosfera son de origen natural. El principal responsable de ello es la gran cantidad de metano (CH<sub>4</sub>) producida en la descomposición anaerobia de la materia orgánica. El nivel de metano natural en la troposfera es de unos 1,4 ppm. La evolución del metano en la troposfera supone su oxidación fotoquímica a monóxido de carbono. Otras especies producidas también en la fermentación anaerobia de la materia orgánica serian mercaptanos y otros organosulfurados, que se forman junto con gases inorgánicos como el amoniaco (NH<sub>3</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y sulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>)

La vegetación es también una importante fuente de emisión de hidrocarburos a la atmósfera. Muchas plantas liberan etileno ( $C_2H_4$ ), y son origen también, especialmente algunos tipos de árboles, de diferentes terpenos (pineno, isopreno, limoneno,...) los cuales, a causa de que contienen dobles enlaces en sus moléculas, reaccionan con agentes oxidantes atmosféricos, como el radical HO, formando aerosoles responsables en gran parte de las neblinas azuladas naturales que se observan en zonas con grandes masas de vegetación.

Las plantas también emiten gran variedad de ésteres orgánicos, en pequeñas cantidades, pero responsables de muchas fragancias asociadas a distintos tipos de vegetales.

Por último, se podría señalar a los océanos y, en particular, la presencia de algas, como fuente de los organohalogenados cloruro, fluoruro y yoduro de metilo en la atmósfera.

Podríamos decir que solamente algunos componentes organoclorados, tales como el dicloroetileno ( $CH_2Cl_2$ ), cloroformo ( $CHCl_3$ ), y los hidrocarburos aromáticos y olefínicos (salvo etileno), que son considerados como agentes contaminantes, no tienen origen natural alguno.

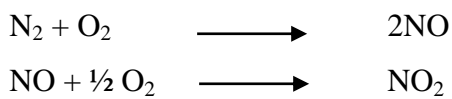
## **b) Compuestos Inorgánicos**

Las principales causas de presencia de especies inorgánicas en las atmósferas naturales son las erupciones volcánicas, los distintos procesos de combustión y los fenómenos de erosión.

Las erupciones volcánicas son responsables de la emisión de importantes cantidades de compuestos azufrados,  $SO_2$ ,  $H_2S$  Y  $COS$ , así como de cloruro y fluoruro de hidrógeno ( $HCl$  y  $HF$ ) y de multitud de aerosoles de carácter inorgánico. Una particularidad importante es que estos contaminantes pueden ser introducidos de forma directa o indirecta incluso en la estratosfera, con importantes implicaciones en el clima global de la Tierra.

En lo referente a procesos de combustión, merecen ser destacados los incendios biológicos que tienen lugar en las aguas, produciéndose en cantidades importantes CO, N<sub>2</sub>O, COS, CS<sub>2</sub>.

En cuanto a los gases nitrogenados, merecen ser destacados dos tipos de fenómenos. Por un lado, los procesos de descargas electrónicas que tienen lugar durante las tormentas y que producen importantes cantidades de óxidos de nitrógeno por oxidación del nitrógeno atmosférico:



Se ha calculado que la descarga de un rayo produce más de 50 kg de NO<sub>x</sub>.

Por otro lado, los procesos biológicos que tienen lugar en el suelo, señalados al hablar del ciclo del nitrógeno, producen emisiones de óxido de dinitrógeno (N<sub>2</sub>O), así como también monóxido (NO) y amoníaco (NH<sub>3</sub>).

### c) **Partículas**

Mención aparte merece la contaminación natural por partículas, producidas esencialmente por una serie de fenómenos naturales, erupciones volcánicas e incendios forestales, ya comentados; procesos de erosión de suelos y rocas, que originan partículas que, fundamentalmente, contienen Al, Fe, Ca, Si, K,...; ruptura de olas en los mares en pequeñas gotitas que son trasladadas por el viento, constituyendo los llamados aerosoles marinos, mayoritariamente formados por cloruro de sodio y sulfatos y, por supuesto, una contaminación por partículas de carácter biológico debida al polen de las plantas, bacterias y virus presentes en todo tipo de atmósfera natural.

### ii. **Fuentes De Contaminación Antropogénicas.**

Con frecuencia, se han clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes en la troposfera considerando su localización fija o móvil.

Así, se habla de:

a) **Fuentes móviles:** incluyen los diversos tipos de vehículos de motor utilizados en el transporte.

b) **Fuentes fijas:** a diferencia de las anteriores, se localizan en un punto determinado. Es frecuente a su vez subdividir este último apartado en focos de combustión estacionaria, distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos, y otro tipo de focos.

El informe de Medio Ambiente de la Dirección General de Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Transportes del año 1987 señalaba que en nuestro país los vehículos de motor eran los causantes del 36% de los problemas de contaminación atmosférica que padecemos, los focos de combustión estacionaria originarían el 37% y un 14% serían causados por procesos industriales.

La comunidad Europea, en 1985, inició un Programa de Coordinación de la Información sobre Medio Ambiente (CORINE) que iba a constituir el instrumento fundamental para el desarrollo de la Política Ambiental Comunitaria. En lo que respecta a problemas de contaminación atmosférica, el Proyecto CORINE-Aire considera de interés el valorar la incidencia de las contribuciones de los distintos sectores al problema global; por ello, ha acordado inventariar las actividades potencialmente contaminantes, prescindiendo de la clasificación anteriormente mencionada, de acuerdo con la nomenclatura específica SNAP (*selected nomenclature for air pollution*), que comprende:

**a. Generación De Electricidad Por Vía Térmica Convencional Y Cogeneración.**

- Centrales termoeléctricas convencionales y plantas de cogeneración.

- Plantas generadoras de calor para distritos urbanos.
- b. Combustión Comercial, Institucional Y Residencial**
- c. Combustión Industrial Y Otros Procesos Industriales Con Combustión**
- Calderas de combustión industrial, turbinas de gas y motores estacionarios.
  - Hornos de procesos sin contacto.
  - Procesos con contacto.
- d. Procesos Industriales Sin Combustión**
- Procesos en industrias del petróleo.
  - Procesos en la industria del hierro y el acero y minas de carbón.
  - Procesos en la industria de metales no férreos.
  - Procesos de la industria química inorgánica.
  - Procesos de la industria química orgánica.
  - Procesos de la industria de la madera, pasta de papel, alimentación, bebidas y otros.
  - Plantas de refrigeración.
- e. Extracción Y Distribución De Combustibles Fósiles**
- Extracción y primer tratamiento de combustibles fósiles sólidos.
  - Extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos.
  - Extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos.
  - Distribución de combustibles líquidos (excepto distribución de gasolina).
  - Distribución de gasolina.
  - Redes de distribución de gas.
- f. Uso De Disolventes**

- Aplicación de pintura.
- Limpieza en seco y desengrasado.
- Procesado y manufactura de productos químicos.
- Otras actividades en la que se usan disolventes.

**g. Transporte Por Carretera**

- Turismo.
- Vehículos ligeros <3,5 t.
- Vehículos pesados <3,5 t.
- Motocicletas y ciclomotores < 50cm<sup>3</sup>.
- Motocicletas > 50cm<sup>3</sup>.
- Evaporación de gasolina de vehículos.

**h. Otros Transportes**

- Vehículos y maquinaria fuera de carreteras (incluido el movimiento en carretera).
- Ferrocarriles.
- Tráfico fluvial.
- Actividades marítimas.
- Aeropuertos (tráfico y actividades en tierra).

**i. Tratamiento Y Eliminación De Residuos**

- Tratamiento de aguas residuales.
- Incineración de residuos.

Aunque en el caso de muchos de los contaminantes atmosféricos que estudiaremos la mayor parte de la cantidad global emitida tiene un origen natural,

debemos resaltar ciertos aspectos de la contaminación antropogénica que la hacen sumamente importante:

a. Se trata de una contaminación localizada, de forma que, aunque a nivel global el origen de una determinada sustancia sea mayoritariamente natural, en los puntos geográficos en que tiene lugar emisión la proporción se altera claramente. Por ejemplo, se calcula que, aunque aproximadamente el 90% del CO existente en la atmosfera tiene un origen natural, en la atmosfera de una ciudad como New York entre el 95 – 98% del CO presente tiene un origen antropogénica.

b. Las emisiones se producen en puntos geográficos donde la existencia de sumideros es menor. Normalmente, la naturaleza es un sumidero importante. En las áreas urbanas o industriales, que es donde mayormente se producen las emisiones antropogénica a la atmosfera, la presencia de asfalto, cemento, materiales de construcción diversos, etc., hace que la cantidad de especies vegetales o de suelo que pueden actuar como sumidero sea sensiblemente inferior a la de una zona rural.

c. La difusión de los contaminantes depende de la climatología. Los factores meteorológicos no siempre van a ser los mismos y, en determinadas condiciones, podrán producirse episodios de contaminación de mayor gravedad.

d. La capacidad de algunos agentes contaminantes de sufrir transformaciones provoca la aparición de compuestos totalmente ausentes en la composición del aire natural. p.325-326.

#### *1.2.1.5.Efectos Nocivos de la Contaminación Atmosférica en Seres Humanos, Plantas Y Animales*

Según NEBEL B. (1999): **Es importante advertir que la contaminación atmosférica no es una sola entidad, sino una sopa de letras de los materiales anteriores mezclados con los constituyentes normales del aire. Además, el monto de cada contaminante varía dependiendo de la proximidad a la fuente y de las condiciones del clima y el viento. Por**



**eso, estamos expuestos a una mezcla cuya composición y concentración cambia cada día – incluso cada hora – y de un lugar a otro. Los efectos que observamos o sentimos rara vez, si acaso, se deben a una sola sustancia y son más bien el resultado combinado de la amalgama total de los contaminantes que actúan sobre todos los seres vivos; además, con frecuencia los efectos son sinérgicos, es decir, que dos o más factores juntos producen un efecto mayor que su simple suma.**

Por ejemplo las plantas y los animales sufren tensión por la contaminación y se vuelven más vulnerables a otros factores ambientales, y también por las sequías o el toque de parásitos y enfermedades. Dada la complejidad de la situación, es muy difícil determinar la parte de cada contaminante en los resultados observados. Aun así, se han hecho avances significativos para vincular causas y efectos.

#### ***1.2.1.5.1. Efectos en la Salud Humana.***

Los seres humanos respiran cada día 14 kilogramos de aire. Aunque algunos de los síntomas de la contaminación que sufre la gente atañen a las mucosas de nariz, garganta y ojos, el sitio de mayor impacto está en los pulmones. Se distinguen tres clases de daños:

- i. **Crónicos:** Con los años, los contaminantes causan el deterioro gradual de diversas funciones fisiológicas.
- ii. **Agudos:** Los contaminantes provocan reacciones que en cuestión de horas o días ponen en peligro la vida.

**Carcinógenos:** Los contaminantes inician cambios en las células que conducen a su crecimiento y división incontrolados (cáncer).

a) **Efectos Crónicos.-** Casi todos los que viven en áreas de contaminación atmosférica urbana sufren daños crónicos. La exposición prolongada al dióxido de azufre produce bronquitis (inflamación de los bronquios). La inhalación crónica de ozono y partículas causa inflamación en los pulmones y, en última instancia, fibrosis, es decir, cicatrices que obstaculizan las funciones pulmonares de

transporte de oxígeno de la sangre, y la exposición prolongada a concentraciones bajas contribuye a las enfermedades cardíacas. Se sabe que la exposición crónica a los óxidos de nitrógenos deteriora el sistema inmunológico, con lo que los pulmones quedan desprotegidos ante el ataque de bacterias y virus.

Los más sensibles a la contaminación atmosférica son los niños pequeños, los asmáticos, quienes padecen enfermedades pulmonares y cardíacas crónicas y los ancianos. El asma, una enfermedad del sistema inmunológico caracterizada por dificultades para respirar causadas por la constricción de las vías aéreas, se inicia casi siempre por contactos con alérgenos. Muchos contaminantes del aire agravan el asma.

**b) Efectos Agudos.-** En caso graves, la contaminación atmosférica alcanza concentraciones que causan la muerte, aunque hay que advertir que suele ocurrir entre quienes padecen graves enfermedades respiratorias o coronarias. Se sabe que los gases contaminantes son letales en concentraciones elevadas, pero no se llega a ellas en el exterior; por tanto, las muertes atribuidas a la contaminación atmosférica no son el resultado del simple envenenamiento. Sin embargo, la contaminación grave añade tensiones al organismo y podrían ser mortales si el individuo ya padece una condición debilitada (por ejemplo los ancianos y los asmáticos).

**c) Efectos Carcinógenos.-** Los metales pesados y los componentes orgánicos de la contaminación incluyen muchas sustancias químicas de las que se sabe que son carcinógenas en dosis elevadas. De acuerdo con un informe industrial solicitado por la EPA, en 1993 se expulsaron al aire 600,000 toneladas de contaminantes atmosféricos peligrosos en Estados Unidos. La presencia de rastros de estas sustancias explicaría buena parte de los casos de cáncer en los seres humanos.

En algunos casos, la exposición a un contaminante se vincula con cáncer y otros problemas de salud mediante pruebas epidemiológicas. Un aspecto de la

contaminación que está relacionado sin duda alguna con el cáncer de pulmón y otros males respiratorios es el tabaquismo.

#### ***1.2.1.5.2. Efectos en la Agricultura y los Bosques.***

Para saber cómo modifican los contaminantes la vegetación, se cultivan plantas en cámaras en las que son sometidas a cualquier concentración deseada y los resultados se comparan con los estudios de campo. Se disponen al aire libre pares de cámaras abiertas en la parte superior; las plantas de una cámara reciben aire filtrado, en tanto que las otras no, y se identifican los contaminantes. Con estos experimentos se determina qué contaminantes causan daños y se extrapolan los datos a un cuadro general de sus efectos en la agricultura, los bosques y el ecosistema.

Los experimentos muestran que las plantas son bastante más sensibles a los gases contaminantes que los seres humanos. Antes de que se controlaran las emisiones, era común ver áreas del todo desiertas o de vegetación muy dañada en la dirección del viento de fundidoras y plantas de energía eléctrica operadas con carbón. En estos casos, el contaminante causante solía ser dióxido de azufre.

La desaparición de la vegetación en las grandes áreas urbanas y el daño a los campos de cultivos, huertos y bosques que se encuentran en la dirección del viento de las ciudades se deben sobre todo a la exposición al ozono y a otros oxidantes fotoquímicos.

#### ***1.2.1.5.3. Efectos en los Materiales y el Paisaje Urbano.***

Paredes, ventanas y otras superficies expuestas se vuelven grises y deslustradas por las partículas que se les adhieren. La pintura y las telas se deterioran más rápidamente y los lados de los neumáticos y otros productos de goma se endurecen y deforman con rajaduras a causa de la oxidación del ozono. El dióxido de azufre y nitrógeno aumenta enormemente la corrosión de los metales, y la

exposición a la intemperie deteriora las esculturas en piedra. Estos efectos y otros de los contaminantes del aire en los materiales incrementan los costos de limpieza y reposición en cientos de millones de dólares al año. Muchos de los materiales dañados son irremplazables. La corrosión de los ácidos de la contaminación atmosférica borra los rasgos de monumentos y estatuas.

### ***1.2.2. Estrategias de Mitigación de la Contaminación del Aire***

La implementación correcta de un sistema de gestión de contaminación atmosférica es complejo. Es preciso considerar y analizar numerosas variables, tanto del propio proceso como del medio al que esos agentes van a ser expulsados y, por tanto, en cada situación será preciso realizar un estudio profundo y particularizado del problema a resolver.

#### ***1.2.2.1. Control de Focos de Combustión Móviles***

Para minimizar los problemas de contaminación originados por los medios de transporte debemos tener en cuenta que los contaminantes que emiten son, principalmente, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, provenientes los dos primeros de una combustión incompleta del combustible y formados, los últimos, a causa de las elevadas temperaturas de combustión. Por tanto, cualquier solución encaminada a atajar este problema tendrá que actuar sobre las condiciones de combustión o sobre los productos producidos en la misma antes de su expulsión al exterior. Las posibles alternativas son las siguientes:

##### **a) Mejora de la reacción de combustión**

La combustión incompleta del carburante puede ser ocasionada por una aportación insuficiente del oxígeno o bien por una mezcla defectuosa aire-combustible en la zona de reacción. Respecto a la cantidad adecuada de aire a aportar, podemos fijarnos en la Figura 10.3. En ella

observamos que una proporción baja de aire conduce a emisiones elevadas de hidrocarburos y monóxido de carbono, si bien la formación de óxidos de nitrógeno no sería alta; si aumentamos la relación hasta la estequiométrica, la cantidad de monóxido de carbono e hidrocarburos se reduce notablemente, sin embargo aumentan los óxidos de nitrógeno. Un aumento de la proporción por encima de la estequiométrica puede traducirse en una disminución de óxidos de nitrógeno, aunque los hidrocarburos pueden aumentar ligeramente, sin embargo, esta alternativa plantea problemas técnicos. Por tanto, en lo que a condiciones de combustión se refiere, se opta por proporciones cercanas a la estequiométrica y se hacen esfuerzos por introducir modificaciones técnicas que introduzcan a mejorar los procesos de mezcla aire-carburante y consiguientemente la combustión, por ejemplo mediante cámaras de turbulencias, conductos de admisión de aire helicoidales o modificaciones de carburador.

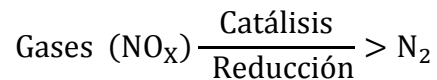
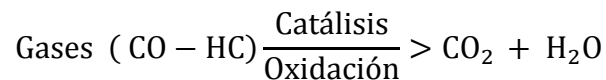
#### b) **Sistemas de reactores de escapes térmicos o catalíticos**

Los reactores de escape térmicos se basan en realidad en una combustión en dos etapas. En la primera se produce la combustión con un aporte más bien bajo de aire, lo que, conduce a una producción relativamente baja de óxidos de nitrógeno, pero implica una mala combustión del carburante, con la consiguiente emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos inquemados. Los gases producidos en la combustión, antes de ser expulsados, se hacen pasar por una cámara de postcombustión en la que, con un nuevo aporte de aire en cantidad suficiente, se completa el proceso de combustión a temperaturas no superiores a unos 815°C. En este segundo proceso, el monóxido de carbono y los hidrocarburos se oxidan hasta dióxido de carbono, y al mismo tiempo se consigue una tasa baja de formación de óxido de nitrógeno porque, como vimos en el apartado 10.4.2, estos óxidos no tienen tendencia a producirse a temperaturas inferiores a 1.300°C.

La solución actualmente más extendida en los que se refiere al control de las emisiones producidas por vehículos de motor es la aplicación de los reactores de escape catalíticos. En esencia, consisten en hacer pasar los gases procedentes de la

combustión a través de un lecho catalítico, en el que se provocan las reacciones químicas oportunas para la conversión de estos gases contaminantes y otros de carácter menos indeseable. Dado que los contaminantes que se requiere evitar que son, por un lado, monóxido de carbono e hidrocarburos, que precisan ser oxidados hasta dióxido de carbono y, por otro, óxidos de nitrógeno, en los que lo deseable es que de nuevo se vean reducidos hasta nitrógeno, es preciso utilizar catalizadores duales. Como catalizadores de las reacciones de oxidación se emplean metales del tipo platino o paladio; como catalizadores reductores es frecuente utilizar rutenio.

En general el relleno del reactor está formado por un material inerte recubierto del metal u óxido del metal que actúa como catalizador con el objetivo de aprovechar al máximo la superficie del catalizador, parámetro importante en cuanto a eficacia, puesto que se trata de procesos de catálisis heterogénea. Los motores provistos de catalizador trabajar siempre con mezcla estequiométrica perfecta.



### c) **Empleo de combustibles alternativos**

Se han barajado también otras posibles alternativas, como el uso de biocombustibles tales como el metanol y/o metano, cuya combustión total es más fácil, al ser hidrocarburos tan ligeros, o el empleo de hidrógeno, que no plantearía problemas de óxidos de carbono ni hidrocarburos. En los tres casos se consiguieron mejoras notables y las emisiones, sin embargo el metano y el hidrógeno, al ser gases únicamente licuables a temperaturas muy bajas (sus temperaturas críticas son 191,9 y 32,98 K respectivamente), presentan graves problemas de almacenamiento. Actualmente parece extenderse medidas tales como el uso de coches eléctricos o solares, cuyo desarrollo está adquiriendo cada

vez mayor importancia, y en los que los problemas medioambientales que son de carácter diferente.

### ***1.2.2.2. Control de Focos Fijos de Emisión de Contaminantes***

Las alternativas contemplados para minimizar las emisiones de agentes contaminantes por parte de los focos fijos podrían dividirse en dos grandes bloques: en uno se incluirían todas aquellas modificaciones posible introducir en los procesos con el objetivo de impedir o disminuir la producción de agentes contaminantes, mientras que en el otro bloque se tendrían que contemplarse las posibles técnicas a emplear para eliminar los contaminantes una vez que esto se hayan producido, por lo que al estudiar cada uno de los contaminantes de forma independiente haremos referencia a estos dos tipos de alternativas posibles.

Cuando se intenta eliminar los contaminantes una vez formados, los métodos a utilizar se basan en procesos físicos-químicos de diferente naturaleza, según que los agentes de eliminar sean gases o partículas. Cuando la sustancia eliminar está en estado gaseoso, todas las tecnologías de emplear se basa en procesos físicos de absorción o adsorción, por lo que, antes de detallar las diferentes posibilidades, vamos a dar unas ideas generales de ambos tipos de operaciones.

#### **a) Métodos de absorción**

Se basan en la retención de contaminantes de la corriente emitida mediante su absorción por un absorbente húmedo o una disolución que circula en contracorriente con el gas. El tratamiento puede ser un simple proceso físico de disolución o, por el contrario puede tener lugar una verdadera reacción química. Habrá que seleccionar siempre la fase líquida que actúe como absorbente en función del gas a separar. En general, se procede de tal forma que el absorbente pueda ser regenerado periódicamente mediante la desorción de los contaminantes absorbido.

Entre los tipos de absorbedores más comunes se encuentran las torres de relleno, las torres de platos, los absorbedores de dispersión hidráulica o mecánica y los helechos fluidificados.

#### **b) Métodos de adsorción**

Se basa en un procedimiento de retención de gases sobre sólidos por fenómenos de tipo superficial. También en este caso pueden producirse reacciones químicas o, simplemente, retenciones por fuerzas superficiales. La eficacia de los absorbedores será función, principalmente, de la naturaleza del sistema absorbente-gas. En cualquier caso, es interesante utilizar medios absorbentes con elevada porosidad y área superficial. Cuando el absorbente se agota, lo que sucede tras de un número de ciclos comprendido entre 10 y 25 se hace precisa su sustitución o regeneración.

Los agentes más comúnmente empleados como absorbedores son el carbón activo, la alúmina activada, el silicagel, la bauxita, la tierra de Fuller, el carbón de huesos, el óxido de magnesio, la dolomita y los tamices moleculares. En cuanto al tipo de absorbedores, los más frecuentes pueden ser de contacto, bien sea por etapas o en continuo, y los del lecho, sea éste fijo se dispone el absorbente como relleno de una torre y se pasa a su través el fluido o móvil requiere movimiento continuo tanto del fluido como del absorbente sólido.

A pesar de que los focos industriales pueden emitir una gama muy variada de contaminantes, como decíamos al comienzo de este apartado, vamos a tratar únicamente los contaminantes primarios, por lo que nos limitaremos a reseñar los métodos más habituales de control para monóxido de carbono e hidrocarburos, óxido de nitrógeno, óxidos de azufre y partículas.

##### ***1.2.2.2.1. Monóxido de Carbono e Hidrocarburos.***

Cualquier intento de minimizar sus emisiones pasa por conseguir una combustión completa, al igual que se ha reseñado al tratar estos mismos agentes cuando eran



emitidos por focos móviles. La diferencia estriba en el tipo de instalaciones precisas para conseguirlo cuando se trata de focos fijos. Las más frecuentes son:

**a) Combustión auxiliar.**

Qué puede hacerse bien por llama directa, por postcombustión de los gases inicialmente producidos o utilizando un incinerador auxiliar de tipo catalítico.

**b) Incineración por llama directa.**

Los gases residuales se queman directamente en una combustión, con o sin aportes de combustible adicional. Para poder recurrir a este método es preciso conocer los límites explosivos y de inflamabilidad de los gases a incinerar. Es un método únicamente apto para aquellos casos en los que la cantidad de los gases combustibles en el gas residual sea importante. Además, uno de los problemas que presenta es que en la llama es frecuente encontrar temperaturas del orden de 1.300 °C, a las que cobra importancia la formación de óxidos de nitrógeno. Es habitual ver antorchas incineración por llama directa en las industrias petroquímicas.

**c) Incineración térmica.**

Se recurre cuando la concentración de gases combustibles en el gas residual es baja.

Su fundamento es similar al mencionado en el caso de los reactores técnicos de escape.

Los gases residuales se precalientan en un intercambiador de calor y se llevan a una zona de postcombustión donde, con aporte de combustible adicional y el oxígeno presente en los gases de escape, se queman completamente. Si es preciso añadir más oxígeno basta con adicionar una soplante al sistema. Es usual efectuar estos procesos a temperaturas entre 550° y 800°C lo que hace menos probable la

formación de óxidos de nitrógeno. En la Figura 11.2 observamos un esquema de ese tipo de incinerador.

Los parámetros fundamentales a considerar para conseguir una buena eficiencia en este tipo de incineradores son el tiempo de residencia, la temperatura y la turbulencia. El tiempo oscila, en general, entre 0,2 y 0,8 s. Una buena turbulencia es importante y habitualmente fácil de conseguir, con el diseño adecuado de quemador: La temperatura varía con la naturaleza de los contaminantes combustibles presentes. Como pauta puede decirse que los hidrocarburos precisas temperaturas entre 510° y 760°C y el monóxido de carbono entre 680° y 790°C. La eficiencia de la oxidación aumenta con la temperatura.

#### **d) Incineración catalítica.**

En estos sistemas los gases a incinerar se hacen pasar a través de un lecho catalítico que provoca la aceleración de la tasa de reacción. Los tiempos de residencia requeridos son del orden de 20 a 50 veces menores que en los incineradores de tipo térmico. Además, es posible conseguir eficiencias muy altas, del 95-98%, trabajando a temperaturas inferiores que en los incineradores térmicos. El intervalo de temperatura en que se consigue una mayor tasa de reacción varía para cada gas, pero se puede afirmar que, para cualquiera de ellos, se alcanzan resultados aceptables en un intervalo de temperaturas del orden de 225°-340°C; no obstante, las tasas de conversión elevadas precisan de temperaturas algo superiores, de entre 415°-550°C, para lo que se usan con frecuencia quemadores de precalentamiento. El metano es el gas que peor responde a este tipo de catalizador, necesiéndose temperaturas superiores a los 600°C para lograr altas tasas de reacción. En general, se emplean como catalizadores metales nobles, platino o paladio, sobre soportes de alúmina.

Es preciso tener en cuenta los problemas que pueden ocasionarse por envenenamiento del catalizador originados por materiales tales como el hierro,

plomo, silicio, etc. También los compuestos de azufre pueden disminuir su eficacia.

Cualquiera que sea el método de incineración empleado, no se puede ignorar que los gases que salen del incinerador lo hacen a una temperatura relativamente elevada, por lo que es interesante aprovechar este calor, bien para una caldera de vapor residual, cuando la temperatura es muy elevada, como en el caso de los procedentes de incineradores de llama directa, o para procesos de precalentamiento del gas contaminado que entra en el incinerador.

**e) Otros métodos.**

Existen también métodos que tratan de minimizar las emisiones de monóxido de carbono hidrocarburos, fundamentados en procesos distintos al control de la combustión. Son sistemas de recuperación, basados en la utilización de absorbedores o condensadores. Se están experimentando incluso sistemas de biofiltración. Los procedimientos de absorción resultan útiles para corrientes con alta humedad, mientras que la biofiltración es muy adecuada para gases transformables por microorganismos, como el metano.

***1.2.2.2.2. Óxidos de Nitrógeno.***

Para la minimización de las emisiones de óxidos de nitrógeno existen las dos posibilidades que desde un principio hemos mencionado: controlar la combustión, puesto que estos contaminantes se forman durante la misma al reaccionar nitrógeno y oxígeno atmosférico entre sí cuando se eleva la temperatura, o bien proceder a su eliminación de los gases de combustión antes de que se emitan a la atmósfera. En este último caso se recurre a la desnitrificación de gases por vía húmeda o por vía seca. Cualquiera que sea la técnica empleada para desnitrificar los gases, todas se encuentran con el problema del gran volumen de gas a tratar, lo que hace que en las fuentes estacionarias de combustión, estos procedimientos no sean de gran interés y sea preferible la aplicación de métodos que permitan controlar la formación de los óxidos antes que recurrir a su remoción.

**a. Control de combustión.**

Puesto que la cantidad de óxidos de nitrógeno que pueden formarse en un proceso de combustión viene condicionada por la temperatura, el tiempo de residencia en la cámara de combustión, la concentración de las especies y el grado de mezclado aire-combustible, cualquier intento de controlar los óxidos de nitrógeno tendrá necesariamente que considerar todos estos factores. De hecho, Decisión del Consejo Europeo 93/361/CEE de 17 de Marzo (DOCE 149 de 21/6/93) recomienda posibilidades de actuación sobre los sistemas de combustión que, en esencia se refieren a actuar en los siguientes sentidos:

- **Disminución de la temperatura de precalentamiento del aire**, que, aunque eleve el gasto energético, reduce sensiblemente las emisiones de óxidos de nitrógeno, pues, como se ha visto en el apartado 10.4.2, su formación no es importante a temperaturas bajas.
- **Realizar las combustiones con muy poco exceso de aire**, esto puede provocar una menor eficiencia en la combustión, pero puede inducir una reducción en las emisiones de óxidos de nitrógeno de hasta un 70%, como puede apreciarse en la Figura 10.3 y se ha discutido previamente.
- **Modificación de los quemadores**, es importante para el control de estos contaminantes, en todos ellos se buscan que la combustión se realice a temperaturas de llama relativamente bajas o con defecto de aire. Existen diferentes tipos de quemadores y su rediseño parece ser una medida práctica y útil para el caso de calderas medianas y pequeñas.
- **Recirculación de los gases de combustión**, una parte de los gases fríos de combustión se reinyecta en la zona de combustión, lo que provoca una

disminución de la temperatura del proceso y una reducción de la concentración de oxígeno, con la consiguiente reducción de los óxidos de nitrógeno. Es un método que permite controlar la combustión, pero eleva el costo de la misma.

- **Realización de una combustión por etapas**, con una primera etapa a alta temperatura pero pobre en aire y completando posteriormente la combustión con una segunda etapa rica en aire pero realizada a temperaturas más bajas, al igual que se ha discutido en el apartado correspondiente a focos de emisión móviles.

### 1.2.3. Hidrocarburos

#### 1.2.3.1. Definición

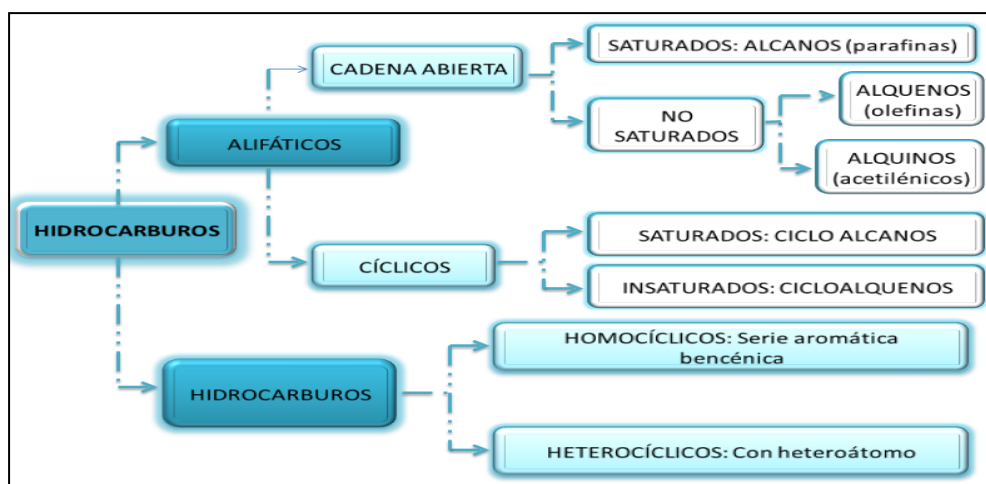
Según **TEIJÓN J.**, et al... (2006) “Los hidrocarburos son compuestos formados por carbono e hidrogeno”. (Pág.397).

Según el CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE) de la República de El Salvador: “Los hidrocarburos son sustancias o compuestos que poseen una estructura química formada esencialmente por átomos de Hidrógeno (H) y Carbono (C)”.

#### 1.2.3.2. Clasificación de los Hidrocarburos

Según **TEIJÓN J.**, et al... (2006). Los hidrocarburos se clasifican en:

**GRÁFICO N° 1 : CLASIFICACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS**



**Fuente:**TeijónJ., García J., JiménezY., y Guerrero I. (2006)

### ***1.2.3.3. Uso de los Hidrocarburos***

Según GÓMEZ A., et al. ...., expresan que:

La industria produce los alquenos simples craqueando nafta (bencina o éter de petróleo), un líquido de color paja obtenido de la refinación del petróleo crudo o de algunos tipos de gas natural. La nafta, mezcla de hidrocarburos saturados, compuesta principalmente de moléculas que pueden tener de 4 a 12 átomos de carbono, se somete a un craqueo térmico a 540-650°C en ausencia de aire, lo que la descompone en productos como eteno, propeno y butadieno. Aunque el gas natural es principalmente metano, algunos yacimientos contienen cantidades significativas de etano, que se puede convertir en etano casi puro.

Además de ser el compuesto orgánico más importante del mundo actual, el eteno es también un importante producto natural, que interviene, por ejemplo, en la maduración de las frutas. Es un gas incoloro, sumamente inflamable, de olor y sabor dulce. Cerca de la mitad del eteno (etileno) producido industrialmente se emplea en hacer polietileno; muchos otros plásticos, gomas y resinas sintéticas se derivan también de él. El eteno se emplea para sintetizar los etilenglicoles (utilizados en anticongelantes, cosméticos, pinturas y lacas) y el ácido etanoico (ácido acético, el componente principal del vinagre); también se obtiene del eteno, el etino (acetileno).

El propeno (propileno) es un gas incoloro e inflamable que se utiliza en la obtención del alcohol isopropílico (2-propanol, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O), del que se obtiene la acetona (propanona, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O), importante disolvente orgánico. El cumeno (1-metiletilbenceno, C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>), obtenido a partir del propeno y del benceno, se emplea en la producción de fenol y acetona. El propilenglicol es un disolvente de grasas, aceites, perfumes, colores, tintes, jarabes suaves y extractos aromáticos. El butadieno tiene mucha importancia en la fabricación de gomas sintéticas y resinas

ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno), sumamente duras, perdurables y resistentes al fuego y a muchos compuestos químicos.

Los alquenos de mayor peso molecular se pueden producir ya sea mediante craqueo deceras o construyendo una cadena larga a partir del eteno; ambos métodos producen una mezcla de olefinas que cuentan entre 4 y 20 átomos de carbono. Una vez separadas, se emplean en detergentes, aditivos poliméricos y lubricantes.

El etino o acetileno se produce sobre todo por craqueo del petróleo. Es un gas incoloro, venenoso y muy inflamable. Se emplea para soldar y cortar metales debido a que arde con una llama intensa y muy caliente. Tiene también muchas aplicaciones sintéticas: el negro de carbón, que se compone de finísimas partículas de carbono producidas dentro de una cantidad limitada de aire, es empleado como pigmento en las pinturas, tintas, cintas de máquinas de escribir y papel carbón, así como en neumáticos y plásticos. Los neumáticos de los vehículos contienen más del 25% de su peso de negro de carbón, que aumenta enormemente su elasticidad, fuerza y resistencia al desgaste. Muchos de los primeros cauchos sintéticos, como el neopreno y el buna, fueron desarrolladas a partir del etino. (Pág. 16 – 17).

#### ***1.2.3.3.1. Fuentes de Hidrocarburos.***

##### **— El Petróleo**

Según el CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE) de la República de El Salvador: “El petróleo es una mezcla de hidrocarburos de diferente peso molecular en la cual existe una fracción pequeña de compuestos de azufre y nitrógeno”.

El color y las propiedades del petróleo varían de acuerdo al tipo hidrocarburo que éste contenga. Cada uno de estos constituyentes posee un punto de ebullición diferente y es gracias a esta distinción de propiedades que se da la separación física del petróleo en el proceso de refinación. En dicho proceso, el petróleo crudo

es procesado (o bien refinado) para obtener los diferentes derivados que son consumidos día a día en la sociedad.

#### a. Derivados del Petróleo

Según el CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE) de la República de El Salvador los principales derivados del petróleo son:

- **Gas Licuado de Petróleo GLP.-** Consiste en una mezcla de hidrocarburos livianos que se obtienen de la destilación del petróleo y/o tratamiento del gas natural. Estos pueden ser de tres tipos:
  - Hidrocarburos del grupo C<sub>3</sub> (Propano, Propeno, Propileno)
  - Hidrocarburos del grupo C<sub>4</sub> (Butano, Buteno, Butileno)
  - Mezcla de C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> en cualquier proporción.

El GLP es utilizado para consumo doméstico en la cocción de alimentos y calefacción; también es utilizado a nivel industrial para procesos productivos que requieran generación de calor y en donde el uso de GLP sea factible.

- **Gasolinas y Naftas.-** Es una mezcla de hidrocarburos líquidos, livianos, obtenidos de la destilación del petróleo y/o del tratamiento del gas natural y su rango de ebullición se encuentra generalmente entre los 30 - 200 ° C.
  - **Gasolina de aviación:** (Av. Gas) Es una mezcla de Naftas reformadas de elevado octanaje, alta volatilidad y estabilidad y un bajo punto de congelamiento que se usa en aviones de hélice con motores de pistón.
  - **Gasolina de motor:** (MoGas) E una mezcla compleja de hidrocarburos relativamente volátiles que con sin aditivos se usa en el funcionamiento de motores de combustión interna.
  - **Nafta:**Es una fracción ligera de petróleo que se obtiene mediante destilación directa entre los 35 y 175 ° C se utiliza principalmente como insumo



en la fabricación de gasolinas para mejorar el octanaje y cómo solvente la industria.

- **Kerosén.**-Es un combustible líquido constituido por la fracción del petróleo que se destila entre los 150 y 300 ° C. Se usa como combustible para la cocción de alimentos, iluminación, equipos de refrigeración, motores y cómo solvente para betunes e insecticidas de uso doméstico.
- **Turbo combustible o Jet Fuel.**- Es un kerosén con un grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que el kerosén común. Se utiliza en motores de reacción y turbo hélice.
- **Diesel.**- Combustible líquido que se obtienen de la destilación atmosférica del petróleo entre los 200 y 380 ° C, son más pesados que el kerosén y es utilizado en máquinas diesel y otras máquinas de compresión – ignición.
- **Fuel Oil.**- Es el residuo de la refinación del petróleo y comprende todos los productos pesados generalmente es utilizado en calderas, plantas eléctricas y navegación.

— **Gas natural.**

Según GÓMEZ A., et al. ...., expresan que:

Es probable que el gas natural, a diferencia del petróleo, es obviamente solo una mezcla de hidrocarburos gaseosos, formado en su mayor parte (aproximadamente 80%) por metano; conteniendo además: etano, propano, butano, pentano y hexano, que forman los productos más livianos de la línea de hidrocarburos. Acompaña generalmente al petróleo en los yacimientos.

El propano y el butano se separan del gas natural y se comercializan en forma de gas licuado de petróleo. El primero se usa extensamente como combustible

doméstico en las “cocinas de gas”; cuando sale del cilindro, baja su presión y vuelve al estado gaseoso. El gas natural se emplea además como combustible en la refinería de Talara, en las plantas de fertilizantes y de negro de humo de esa ciudad. Una importante aplicación es como materia prima para la industria petroquímica y en la síntesis del amoníaco usado en la planta de fertilizantes (fabricación de urea). También para la generación de energía eléctrica y para la alimentación de hornos y calderas de fábricas. Se afirma, sin embargo, que el gas natural aún no se ha explotado en el Perú en todas sus posibilidades. Su utilización en gran escala está muy difundida en otros países, principalmente en Europa, así como en Estados Unidos.

Mientras el carbón y el petróleo generan serios problemas ambientales, el gas natural es mucho más limpio en su extracción, transporte y combustión. Una ventaja adicional del metano, sobre todo en su uso en motores de combustión interna como el del automóvil, es su alto octanaje (más de 120 octanos), permitiendo muy altas compresiones y la consiguiente mayor eficiencia.

Se encuentra gas natural en la zona de Talara. Además es conocida la existencia de significativas reservas de gas natural en Aguaytía, a 80 Km de Pucallpa, departamento de Ucayali; así como en Camisea, provincia de La Convención, departamento de Cuzco. El depósito que se encuentra en Camisea, en un campo de 14 000 hectáreas, a una profundidad promedio de 2 500 metros, es uno de los más importantes de América. Camisea contiene, además de metano, propano, butano y gasolina natural, hidrocarburos más pesados que pueden ser licuados fácilmente. (Pág. 24)

### ***1.2.4. Normativa Vigente***

#### ***1.2.4.1. Constitución Política de la República del Ecuador***

### **TÍTULO II: DERECHOS, CAPÍTULO SEGUNDO: DERECHOS DEL BUEN VIVIR, SECCIÓN SEGUNDA: AMBIENTE SANO**

**El Art. 14**, determina que: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakkawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

**En el Art. 15**, señala que: “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes, alimentos tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.”

## **CAPÍTULO SÉPTIMO: DERECHOS DE LA NATURALEZA**

**Art. 71.-** “Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.”

**El Art. 72** indica lo siguiente: “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

### **LIBRO VI, “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”,**

#### **TÍTULO IV, REGLAMENTO DE LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, DEL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA.**

**Anexo 3.** Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.

## 0 Clasificación

Esta norma establece los límites máximos permisibles, tanto de concentraciones de contaminantes comunes, a nivel del suelo, en el aire ambiente, como de contaminantes emitidos desde fuentes fijas de combustión. La norma establece la presente clasificación:

1. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire desde combustión en fuentes fijas.
2. Métodos y equipos de medición de emisiones desde fuentes fijas de combustión.
3. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire para procesos productivos:
  - a. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de cemento.
  - b. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de envases de vidrio.
  - c. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de pulpa de papel.
  - d. Límites permisibles de emisión desde procesos de fundición de metales ferrosos.
  - e. Normas de emisión desde combustión de bagazo en equipos de combustión de instalaciones de elaboración de azúcar.
  - f. Límites permisibles de emisión desde motores de combustión interna.

## 1 Requisitos

### 1.1 De los límites permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión

#### 4.1.1 De las fuentes fijas significativas de emisiones al aire

4.1.1.1 Para la aplicación de la presente norma técnica, se definen fuentes fijas significativas y fuentes fijas no significativas, de emisiones al aire por proceso de combustión.

4.1.1.2 Serán designadas como fuentes fijas significativas todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea igual o mayor a tres millones de vatios ( $3 \times 10^6$  W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora ( $10 \times 10^6$  BTU/h).

4.1.1.3 Para las fuentes fijas que se determinen como fuentes significativas, éstas deberán demostrar cumplimiento con los límites máximos permisibles de emisión al aire, definidos en esta norma técnica, en sus Tablas 1 y 2, según se corresponda. Para esto, la fuente deberá efectuar mediciones de la tasa actual de emisión de contaminantes. Si los resultados fuesen superiores a los valores máximos permisibles de emisión, la fuente fija deberá entonces establecer los métodos o los equipos de control necesarios para alcanzar cumplimiento con los valores máximos de emisión estipulados en esta norma.

4.1.1.4 Serán designadas como fuentes fijas no significativas todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea menor a tres millones de vatios ( $3 \times 10^6$  W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora ( $10 \times 10^6$  BTU/h). Estas fuentes fijas de combustión no estarán obligadas a efectuar mediciones de sus emisiones actuales, y deberán proceder según se indica en el siguiente artículo.

4.1.1.5 Las fuentes fijas no significativas, aceptadas como tal por parte de la Entidad Ambiental de Control, demostrarán cumplimiento con la normativa mediante alguno de los siguientes métodos:

- a. El registro interno, y disponible ante la Entidad Ambiental de Control, del seguimiento de las prácticas de mantenimiento de los equipos de combustión, acordes con los programas establecidos por el operador o propietario de la fuente, o recomendados por el fabricante del equipo de combustión;
- b. resultados de análisis de características físicas y químicas del combustible utilizado, en particular del contenido de azufre y nitrógeno en el mismo;
- c. la presentación de certificados por parte del fabricante del equipo de combustión en cuanto a la tasa esperada de emisiones de contaminantes, en base a las características del combustible utilizado.
- d. mediante inspección del nivel de opacidad de los gases de escape de la fuente;
- e. mediante el uso de altura de chimenea recomendada por las prácticas de ingeniería;
- f. otros que se llegaren a establecer.

4.1.1.6 Para la verificación de cumplimiento por parte de una fuente fija no significativa con alguno de los métodos descritos, el operador u propietario de la fuente deberá mantener los debidos registros o certificados, a fin de reportar a la Entidad Ambiental de Control con una frecuencia de una vez por año.

4.1.1.7 No obstante de lo anterior, las fuentes fijas no significativas podrán ser requeridas, por parte de la Entidad Ambiental de Control, de efectuar evaluaciones adicionales de sus emisiones, en el caso de que estas emisiones excedan o comprometan las concentraciones máximas permitidas, a nivel del suelo, de

contaminantes del aire. Estas últimas concentraciones de contaminantes en el aire ambiente se encuentran definidas en la norma correspondiente a calidad de aire.

4.1.1.8 Las fuentes fijas no significativas deberán someter, a consideración de la Entidad Ambiental de Control, los planos y especificaciones técnicas de sus sistemas de combustión, esto como parte de los procedimientos normales de permiso de funcionamiento.

#### **4.1.2 Valores máximos permisibles de emisión**

4.1.2.1 Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión existentes, son los establecidos en la Tabla 1 de esta norma.

**TABLA N° 1 : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN**

<b>CONTAMINANTE EMITIDO</b>	<b>COMBUSTIBLE UTILIZADO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES <sup>[1]</sup></b>
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1 100	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	700	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	500	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

**Fuente:** TULSMA

**Elaborado por:** El investigador



Notas:

<sup>[1]</sup> mg/Nm<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno. <sup>[2]</sup> combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

4.1.2.2 Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión nuevas, son los establecidos en la Tabla 2 de esta norma.

**TABLA N° 2 : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN**

<b>CONTAMINANTE EMITIDO</b>	<b>COMBUSTIBLE UTILIZADO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES <sup>[1]</sup></b>
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	550	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	400	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>[2]</sup>	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

**Fuente:** TULSMA

**Elaborado por:** El investigador

Notas:

<sup>[1]</sup> mg/Nm<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, de mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

**4.1.2.3** La Entidad Ambiental de Control utilizará los límites máximos permisibles de emisiones indicados en las Tablas 1 y 2 para fines de elaborar su respectiva norma (ver Reglamento a la Ley de Prevención y Control de Contaminación). La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de emisión de mayor exigencia, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe indicaren dicha necesidad.

**4.1.2.4** El Ministerio del Ambiente definirá la frecuencia de revisión de los valores establecidos como límite máximo permitido de emisiones al aire. De acuerdo a lo establecido en el reglamento para la prevención y control de la contaminación, se analizará la conveniencia de unificar los valores de emisión para fuentes en operación antes de Enero de 2003 y posteriores a esta fecha. La revisión deberá considerar, además, las bases de datos de emisiones, así como de los datos de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente, efectúe la Entidad Ambiental de Control.

### **4.1.3 Del cumplimiento con la normativa de emisiones máximas permitidas**

**4.1.3.1** Las fuentes fijas de emisiones al aire por combustión, existentes a la fecha de promulgación de esta norma técnica, dispondrán de plazos, a ser fijados mediante acuerdo entre el propietario u operador de la fuente fija y la Entidad Ambiental de Control, a fin de adecuar la emisión de contaminantes a niveles inferiores a los máximos permisibles. El otorgamiento de estos plazos queda supeditado, en cada caso, a los estudios y evaluaciones que realice la Entidad Ambiental de Control. En ningún caso estos plazos serán mayores a cinco años, de acuerdo a lo establecido en el reglamento.

**4.1.3.2** Dentro de los términos que especifiquen las respectivas reglamentaciones, todas las fuentes fijas deberán obtener su respectivo permiso de funcionamiento,

el cual será renovado con la periodicidad que determine la Entidad Ambiental de Control. Esta última queda también facultada para fijar las tasas que correspondan por la retribución del servicio.

**4.1.3.3 Esquema Burbuja.-** de existir varias fuentes fijas de emisión, bajo la responsabilidad sea de un mismo propietario y/o de un mismo operador, y al interior de una misma región, la emisión global de las fuentes podrá calcularse mediante una fórmula que pondere las fuentes fijas presentes en la instalación. Se establece la siguiente fórmula:

$$E_{global} = \frac{A_1 * E_1 + A_2 * E_2 + \dots + A_i * E_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

Dónde:

$E_{global}$ : tasa de emisión global para el conjunto de fuentes fijas de combustión,  
 $A_i$  factor de ponderación, y que puede ser el consumo de combustible de la fuente número i, o el caudal de gases de combustión de la respectiva fuente número i,  
 $E_i$ : tasa actual de emisión determinada para cada fuente.

El resultado a obtenerse con la ecuación indicada, y que representa el equivalente ponderado para un grupo de fuentes fijas de combustión, deberá ser comparado con el valor máximo de emisión permitida descrito en esta normativa, resultado equivalente para una sola fuente fija de combustión.

#### **4.1.4 Fuentes fijas de combustiones existentes, nuevas y modificadas**

4.1.4.1 Toda fuente fija de combustión, que experimente una remodelación, una modificación sustancial de la misma, o un cambio total o parcial de combustible, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control este particular. Para el caso de una fuente fija significativa, se deberá comunicar además una evaluación de las emisiones esperadas una vez que el proyecto de remodelación o modificación culmine.

4.1.4.2 Las fuentes fijas significativas nuevas, o fuentes existentes remodeladas o modificadas sustancialmente, como parte integral del estudio de impacto ambiental requerido, deberán evaluar su impacto en la calidad del aire mediante el uso de modelos de dispersión. Las fuentes existentes, significativas, deberán también proceder a evaluar su impacto en la calidad del aire mediante modelos de dispersión, esto de ser requerido en los estudios de auditoría ambiental o de estudio de impacto ambiental expost. El modelo de dispersión calculará la concentración esperada de contaminantes del aire a nivel del suelo, que se espera sean emitidos desde las fuentes fijas nuevas, y se procederá a determinar si estas concentraciones calculadas cumplen o no con la norma de calidad de aire. Para efectos de determinación de cumplimiento con la norma, la concentración calculada para cada contaminante del aire evaluado, atribuible a la operación de las fuentes fijas nuevas, deberá ser adicionada a la concentración existente de cada contaminante, según se describe en el siguiente artículo.

4.1.4.3 Una fuente fija nueva, remodelada o modificada, y que se determine como significativa, deberá establecer aquellos contaminantes emitidos por la misma, que son significativos para con la calidad del aire ambiente. Para tal efecto se utilizará un modelo de dispersión de tipo preliminar, ejemplo SCREEN, de la US EPA, mediante el cual se verificará si las concentraciones calculadas por este modelo, para cada contaminante modelado, sobrepasan o no los valores estipulados en la Tabla 3. Si la predicción mediante modelo indica que la concentración de un contaminante supera el valor presentado en la Tabla 3, entonces aquel contaminante se designa como significativo para la fuente. La Entidad Ambiental de Control solicitará que la fuente proceda a la aplicación de un modelo detallado, únicamente para los contaminantes significativos que se determinen. Eventualmente, la Entidad Ambiental de Control implementará programas de mediciones de concentraciones, a nivel de suelo, de los contaminantes significativos, una vez que la fuente ingrese en operación.

**TABLA N° 3 : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

<b>CONTAMINANTE EMITIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>FUENTES EXISTENTES</b>	<b>FUENTES NUEVAS</b>	<b>UNIDADES <sup>[1]</sup></b>
Partículas Totales	--	350	150	mg/m <sup>3</sup>
Óxidos de Nitrógeno	--	2 300	2 000	mg/m <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	--	1 500	1 500	mg/m <sup>3</sup>

**Fuente:**TULSMA

**Elaborado por:** El investigador

Notas:

<sup>[1]</sup> mg/m<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 15% de O<sub>2</sub>, en base seca.

#### ***1.2.4.2. Declaraciones, Convenios y Protocolos***

##### ***1.2.4.2.1. Ley De Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.***

**Art.1.** Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

**Art.2** Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación del aire:

a) Las artificiales, originadas por el desarrollo tecnológico y la acción del hombre, tales como fábricas, calderas, generadores de vapor, talleres, plantas

termoeléctricas, refinerías de petróleo, plantas químicas, aeronaves, automotores y similares, la incineración, quema a cielo abierto de basura y residuos, la explotación de materiales de construcción y otras actividades que produzcan o puedan producir contaminación; y,

b) Las naturales, ocasionadas por fenómenos naturales, tales como erupciones, precipitaciones, sismos, sequias, deslizamientos de tierra y otros.

**Art. 3.** Se sujetarán al estudio y control de los organismos determinados en esta Ley y sus reglamentos, las emanaciones provenientes de fuentes artificiales, móviles o fijas, que produzcan contaminación atmosférica.

Las actividades tendientes al control de la contaminación provocada por fenómenos naturales, son atribuciones directas de todas aquellas instituciones que tienen competencia en este campo.

**Art.4.** Será responsabilidad de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, en coordinación con otras Instituciones, estructurar y ejecutar programas que involucren aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

**Art.5.** Las instituciones públicas o privadas interesadas en la instalación de proyectos industriales, o de otras que pudieran ocasionar alteraciones en los sistemas ecológicos y que produzcan o puedan producir contaminación del aire, deberán presentar a los Ministerios de Salud y del Ambiente, según corresponda, para su aprobación previa, estudios sobre el impacto ambiental y las medidas de control que se proyecten aplicar.

### *1.2.4.3.Ley de Hidrocarburos*

## **CAPITULO IV**

### **Petróleo Crudo y Gas Natural**

**Art. 32.-** El Estado autoriza, de acuerdo con las formas contractuales previstas en esta Ley, la explotación de petróleo crudo y/o gas natural, CO<sub>2</sub> o sustancias asociadas; por lo tanto, los contratistas o asociados, tienen derecho solamente sobre el petróleo crudo y/o gas natural, CO<sub>2</sub> o sustancias asociadas que les corresponda según dichos contratos. Los contratistas que celebraren contratos para la exploración y explotación de hidrocarburos, podrán suscribir contratos adicionales para la explotación de gas natural libre si encontraren en el área del contrato, yacimientos comercialmente explotables. A su vez, los contratistas que celebraren contratos para la exploración y explotación de gas natural libre, podrán suscribir contratos adicionales para la explotación de petróleo crudo si encontraren, en el área del contrato, yacimientos petrolíferos comercialmente explotables. La explotación de yacimientos de petróleos pesados menores de quince grados API, debido a las técnicas especiales que se requieren para su exploración, extracción y transformación en el sitio, a los subproductos minerales que originan y a las industrias conexas a que da lugar, será objeto de una planificación económica integral a cargo del Ministerio del Ramo. Esta clase de explotación estará exenta del pago del valor equivalente a las regalías.

Nota: Artículo reformado por Ley No. 101, publicada en Registro Oficial 306 de 13 de Agosto de 1982.

Nota: Incluida Fe de Erratas, publicada en Registro Oficial 789 de 18 de Julio de 1984.

**Nota:** Inciso primero reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 33.-** Para el abastecimiento de las plantas refinadoras, petroquímicas e industrias establecidas en el País, la Secretaría de Hidrocarburos podrá exigir a los contratistas o asociados, cuando lo juzgue necesario, el 18 suministro de un porcentaje uniforme del petróleo que les pertenece y efectuar entre ellos las compensaciones económicas que estime convenientes, para que esas plantas se abastezcan con el petróleo crudo que sea el más adecuado, en razón de su calidad y ubicación.

Nota: Inciso tercero de este artículo derogado por Ley No. 101, publicada en Registro Oficial 306 de 13 de Agosto de 1982.

Nota: Inciso 2do., derogado por Ley No. 44, publicada en Registro Oficial 326 de 29 de Noviembre de 1993.

Nota: Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 34.-** El gas natural que se obtenga en la explotación de yacimientos petrolíferos pertenece al Estado, y solo podrá ser utilizado por los contratistas o asociados en las cantidades que sean necesarias para operaciones de explotación y transporte, o para reinyección a yacimientos, previa autorización de la Secretaría de Hidrocarburos. En yacimientos de condensado o de elevada relación gas - petróleo, la Secretaría de Hidrocarburos podrá exigir la recirculación del gas.

Nota: Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 35.-** El Estado, a través de la Secretaría de Hidrocarburos, en cualesquiera de las formas establecidas en el artículo 2 de esta Ley, podrá celebrar contratos adicionales con sus respectivos contratistas o asociados o nuevos contratos con otros de reconocida capacidad técnica y financiera para utilizar gas proveniente de yacimientos petrolíferos, con fines industriales o de comercialización, y las



Empresas Públicas de Hidrocarburos podrán extraer los hidrocarburos licuables del gas que los contratistas o asociados utilizaren en los casos indicados en el artículo anterior.

**Nota:** Artículo sustituido por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 36.-** Los contratistas o asociados entregarán a PETROECUADOR, sin costo, el gas proveniente de yacimientos de condensado, no utilizado para los casos previstos en el artículo 34, que PETROECUADOR requiera para fines industriales, de generación de energía eléctrica, comercialización o de cualquier otra índole. PETROECUADOR pagará solamente los gastos de adecuación que, para dicha entrega, realizaren los contratistas o asociados. Nota: Artículo reformado por Art. 24 de la Ley No. 45, publicada en Registro Oficial 283 de 26 de Septiembre de 1989.

**Art. 37.-** Los yacimientos de condensado o de elevada relación gas - petróleo se considerarán yacimientos de gas libre, siempre que, a juicio de la Secretaría de Hidrocarburos, resulte antieconómica la sola producción de sus hidrocarburos líquidos. Nota: Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 38.-**Nota: Artículo derogado por Ley No. 44, publicada en Registro Oficial 326 de 29 de Noviembre de 1993.

**Art. 39.-** Los excedentes de gas que no utilizaren PETROECUADOR ni los contratistas o asociados, o que no pudieren ser reinyectados en los respectivos yacimientos, serán motivo de acuerdos especiales o se estará a lo que dispongan los reglamentos. Los contratistas o asociados no podrán desperdiciar el gas natural, arrojándolo a la atmósfera o quemándolo, sin autorización de la Secretaría de Hidrocarburos.

Nota: Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 40.-** Los depósitos superficiales de asfalto y de tierras impregnadas de hidrocarburos son de propiedad del Estado, y su explotación está sujeta a la Ley de Exploración y Explotación de Asfaltos.

**Art. 41.-** Las sustancias que se encuentren asociadas a los hidrocarburos y que sean comercialmente aprovechables, podrán ser recuperadas y explotadas solo por PETROECUADOR, en cualesquiera de las formas contempladas en esta Ley.19

## **CAPITULO VII**

### **Comercialización**

**Art. 68.-** El almacenamiento, distribución y venta al público en el país, o una de estas actividades, de los derivados de los hidrocarburos será realizada por PETROECUADOR o por personas naturales o por empresas nacionales o extranjeras, de reconocida competencia en esta materia y legalmente establecidas en el país, para lo cual podrán adquirir tales derivados ya sea en plantas refinadoras establecidas en el país o importarlos.

En todo caso, tales personas y empresas deberán sujetarse a los requisitos técnicos, normas de calidad, protección ambiental y control que fije la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburíferos, con el fin de garantizar un óptimo y permanente servicio al consumidor.

El almacenamiento, la distribución y la venta de los derivados en el país, constituyen un servicio público que por su naturaleza no podrá ser suspendido por las personas naturales o por las empresas nacionales o extranjeras que lo realicen.

Nota: Artículo sustituido por Ley No. 44, publicada en Registro Oficial 326 de 29 de Noviembre de 1993.

**Nota:** Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 69.-** La distribución de los productos será realizado exclusivamente por PETROECUADOR, quien actuará por sí misma o mediante las formas contractuales establecidas en esta Ley.

La venta al público podrá ser ejercida por personas naturales o jurídicas a nombre de PETROECUADOR, las cuales suscribirán los correspondientes contratos de distribución con la empresa filial respectiva, que garanticen un óptimo y permanente servicio al consumidor, de acuerdo con las disposiciones de esta Ley y las regulaciones que impartiere la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburíferos.

Nota: Artículo reformado por Art. 24 de la Ley No. 45, publicada en Registro Oficial 283 de 26 de Septiembre de 1989.

**Nota:** Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

**Art. 70.-** Además de PETROECUADOR, cualquier persona natural o jurídica domiciliada o establecida en el país podrá importar o exportar hidrocarburos sujetándose a los requisitos técnicos, normas de calidad y control que fije la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburíferos. Las normas de protección ambiental serán las establecidas en las leyes así como las establecidas en conjunto por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburíferos y las respectivas municipalidades. Las contratistas bajo las modalidades de asociación y participación podrán exportar la parte de crudo que les corresponde, sujetándose a los requisitos que sobre los aspectos señalados en la Ley determine la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero para la exportación. Si por causas imputables a la empresa contratista, no se exportaren los hidrocarburos que le corresponden, dentro del plazo convenido con el Estado ecuatoriano, el Estado

podrá asumir la exportación acreditando los valores correspondientes a la contratista.

Si por fuerza mayor o situación de emergencia, se produjere desabastecimiento de hidrocarburos para el mercado interno, se aplicará lo previsto en la Ley de Seguridad Nacional.

Nota: Artículo sustituido por Ley No. 44, publicada en Registro Oficial 326 de 29 de Noviembre de 1993.

**Nota:** Artículo reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 244 de 27 de Julio del 2010.

***1.2.4.4. Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAHOE)***

**CAPÍTULO III  
DISPOSICIONES GENERALES**

**ART. 30. – Manejo y tratamiento de emisiones a la atmósfera:**

**a) Emisiones a la atmósfera.-** Los sujetos de control deberán controlar y monitorear las emisiones a la atmósfera que se emiten de sistemas de combustión en hornos, calderos, generadores y mecheros, en función de la frecuencia, los parámetros y los valores máximos referenciales establecidos en la Tabla No. 3 del Anexo 2 de este Reglamento. Los reportes del monitoreo ambiental interno se presentarán a la Dirección Nacional de Protección Ambiental, según el Formato No. 4 establecido en el Anexo 4 de este Reglamento y conforme a la periodicidad establecida en el artículo 12;

**b) Monitoreo de tanques y recipientes.-** Se deberán inspeccionar periódicamente los tanques y recipientes de almacenamiento así como bombas,

compresores, líneas de transferencia, y otros, y adoptar las medidas necesarias para minimizar las emisiones. En el Plan de Manejo Ambiental y en las medidas de Seguridad Industrial y mantenimiento se considerarán los mecanismos de inspección y monitoreo de fugas de gases en dichas instalaciones. Una vez al año se deberá monitorear el aire ambiente cercano a las instalaciones mencionadas; los resultados se reportarán en el Informe Ambiental Anual; y,

c) **Fuentes fijas de combustión.-** Los equipos considerados fuentes fijas de combustión en las operaciones hidrocarburíferas serán operados de tal manera que se controlen y minimicen las emisiones, las cuales se deberán monitorear en función de las frecuencias, parámetros y valores máximos referenciales establecidos en la Tabla No. 3 del Anexo 2 de este Reglamento.

**ART. 32.- Desechos de Laboratorios.-** Todos los laboratorios de la industria hidrocarburífera, sean de control en los procesos de producción o ambientales, deberán contar con un plan para el manejo de desechos de laboratorio y aplicar estrategias adecuadas para reducir las cantidades de dichos desechos:

a) **Control de emisiones gaseosas.-** Las emisiones gaseosas desde los laboratorios se deberán controlar a través de sistemas adecuados; y,

b) **Clasificación y tratamiento de desechos de laboratorio.-** Los desechos de laboratorio serán clasificados, reciclados y/o tratados para su disposición controlada.

## **CAPÍTULO VIII INDUSTRIALIZACIÓN**

**ART. 66.- Manejo y tratamiento de descargas, emisiones y desechos.-** Toda instalación de industrialización deberá disponer de sistemas cerrados de tratamiento de efluentes, control de emisiones atmosféricas y desechos sólidos resultantes de los diferentes procesos, los mismos que deberán cumplir con lo

establecido en los artículos 28, 29, 30, 31 y 32 de este Reglamento. Se priorizará el uso de tecnologías limpias. Además, se observarán las siguientes disposiciones:

**a) Manejo de emisiones a la atmósfera.-**

a.1) El gas que se produce durante el tratamiento del crudo y fabricación de sus derivados deberá ser adecuadamente manejado en la propia planta a efectos de optimizar su uso racional en las necesidades energéticas de la misma.

El remanente podrá ser quemado previa autorización de acuerdo a la Ley de Hidrocarburos, en condiciones técnicas que aseguren que las emisiones a la atmósfera producidas en la combustión cumplan con lo establecido en la Tabla No. 3 del Anexo 2 de este Reglamento.

a.2) Toda planta para el tratamiento de crudo y fabricación de sus derivados deberá contar con sistemas adecuados para el tratamiento de gases ácidos y compuestos de azufre que garanticen la transformación y/o disminución de los compuestos nocivos de azufre antes de que el gas pase a ser quemado;

**b) Manejo de desechos sólidos.-** Los residuos sólidos especiales, domésticos e industriales constantes en la Tabla No. 8 del Anexo 2 de este Reglamento serán tratados y manejados de acuerdo a las siguientes disposiciones:

b.1) La selección del método óptimo de tratamiento y manejo de los residuos sólidos se lo hará considerando los siguientes parámetros y sobre la base de la Tabla No. 8 del Anexo 2 de este Reglamento:

- Tipo de residuo.
- Peligrosidad del residuo.
- Costo – beneficio.
- Impacto ambiental.
- Volumen del residuo.

b.2) Para residuos sólidos domésticos se aplicará el tratamiento y disposición con la mejor tecnología disponible a fin de optimizar el beneficio del producto obtenido.

b.3) Para los desechos industriales se contará con una planta de tratamiento que contemple especificaciones técnicas ambientalmente aceptables a fin de disminuir el volumen y la concentración de los contaminantes contenidos en los desechos.

b.4) El sitio de disposición no debe localizarse en las cercanías de áreas residenciales, zonas pantanosas, hábitats sensibles de fauna silvestre, canales de drenaje, áreas sujetas a inundaciones temporales y cercanías a cuerpos de agua.

b.5) Los residuos sólidos especiales (peligrosos) serán clasificados, tratados y dispuestos, según el caso, mediante la alternativa más adecuada constante en la Tabla No. 8 de este Reglamento; y,

c) Se deberá instruir al personal sobre el manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición de los desechos que se generan en la industria.

**ART. 67. – Producción de combustibles.** –En la producción de combustibles se deberán observar las siguientes disposiciones:

a) Las empresas que participen en el campo de industrialización de hidrocarburos cumplirán las respectivas normas INEN sobre calidad de gasolinas y de diesel, específicamente en lo referente a octanaje y cetanaje, contenido de aromáticos, benceno y azufre, así como otras sustancias contaminantes;

b) Se prohíbe la producción e importación de gasolina con plomo, por parte de los sujetos de control;

c) Las gasolinas que se importaren, se sujetarán a las respectivas normas INEN; y,

d) La calidad de los combustibles: gasolina (octanaje) y diesel 2 (cetanaje) podrá ser mejorada mediante la incorporación de aditivos en refinería y/o terminales previa autorización de la Dirección Nacional de Hidrocarburos y la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas.

La empresa operadora deberá reportar ante la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas la hoja de seguridad incluyendo la composición de los aditivos a utilizar. Se fomentará la instalación de tecnologías de refinación que mejoren la calidad de las gasolinas, tales como plantas de isomerización, alquilación, y el uso de aditivos oxigenados hasta un equivalente de 2.7% O<sub>2</sub>. Se preferirá y fomentará la producción y uso de aditivos oxigenados, tal como el etanol anhidro, a partir de materia prima renovable.

**ART. 68.– Distancias de seguridad:**

a) **Zona de seguridad.**- La infraestructura de industrialización deberá estar rodeada de un cinturón de seguridad cuyo límite se establecerá en base de un análisis de riesgo en el respectivo Estudio Ambiental, y estará de preferencia arborizado y/o revegetado con especies propias de la región. La Subsecretaría de Protección Ambiental a través de la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA) efectuará el control y seguimiento sobre la observancia de esta franja de seguridad; y,

b) **Distancia a centros poblados.**- Las nuevas infraestructuras de industrialización deberán construirse en sitios distantes por lo menos diez kilómetros de los centros poblados y demás lugares públicos y/o comunitarios.

**CAPÍTULO XII**  
**LÍMITES PERMISIBLES**

**ART. 86.– Parámetros.**– Los sujetos de control y sus operadoras y afines en la ejecución de sus operaciones, para descargas líquidas, emisiones a la atmósfera y



disposición de los desechos sólidos en el ambiente, cumplirán con los límites permisibles que constan en los Anexos No. 1, 2 y 3 de este Reglamento, los cuales constituyen el programa mínimo para el monitoreo ambiental interno y se reportarán a la Subsecretaría de Protección Ambiental conforme la periodicidad establecida en el artículo 12 de este Reglamento.

**TABLA N° 4 : VALORES MÁXIMOS REFERENCIALES PARA EMISIONES ALA ATMÓSFERA.**

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor máximo referencial	
			Hasta 31.122002	A partir 1.12003
Material particulado	MP	mg/m <sup>3</sup>	200	100
Óxidos de azufre	SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	2,000	1,000
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	500	460
Óxidos de carbono	CO	mg/m <sup>3</sup>	350	180
Compuestos Orgánicos volátiles (COV)	C	mg/m <sup>3</sup>	70	35
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/m <sup>3</sup>	0.01	0.01

Fuente:ROHAE

Elaborado por: El investigador

Parámetros y valores máximos referenciales que se deberán monitorear y controlar en los puntos de emisión. Estos valores representan un marco referencial para la fijación posterior de límites permisibles, por lo tanto se deberán considerar valores recomendados.

La periodicidad de los muestreos y análisis deberá cumplir con lo siguiente:

- Semanalmente en refinerías (emisión total de la instalación);
- Mínimo trimestralmente en mecheros, calderos, generadores y otras fuentes de emisión, excepto aquellos referidos en el siguiente punto;

- Semestralmente para las fases, instalaciones y actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta de hidrocarburos.

Los puntos de muestreo se ubicarán en el punto de emisión (puertos de muestreo en chimeneas o en la salida del respectivo ducto). Se realizarán por lo menos dos lecturas a un intervalo de dos horas para la determinación de cada parámetro. Adicionalmente a los parámetros especificados en la tabla se reportarán los valores de oxígeno (% O<sub>2</sub>) y temperatura para cada medición.

- 1) Miligramos por metro cúbico seco de gas de salida a 25°C y 101.3 kpa (presión atmosférica) y 11% de oxígeno.

### ***1.2.5. Sistema de Tratamiento***

Según el ATS MERIDIAN DE MÉXICO S.A. DE C.V. expresa que:

Es un sistema diseñado para evitar que existan emisiones de vapores crudos de gasolina a la atmósfera al momento de abastecer los vehículos automotores.

#### ***1.2.5.1. Pistola Modelo 800 (ORVR)***

**GRÁFICO N° 2 : PISTOLA MODELO 800 (ORVR)**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

Para vehículos con Sistema de Recuperación de Vapores a bordo, la Pistola 800 convierte cualquier marca de Dispensario, nuevo o existente con sistema de recuperación de vapores instalado (Vp-1000) en sistema ORVR.

Este sistema es el único en el mercado aprobado por CARB. La tecnología de Dinámica de Fluidos de Healy y los sensores ínter construidos en La Pistola 800 lo hacen todo... ORVR y permiten el control del flujo de vapor.

**ORVR** (Sistema de Recuperación de Vapores Abordo) es compatible con Sistemas de Tanques Subterráneos.

#### ***1.2.5.2. Pistola Modelo 600 (Bootless)***

**GRÁFICO N° 3 : PISTOLA MODELO 600 (BOOTLESS)**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

Diseñada para utilizar con o sin bota según se prefiera en cualquier dispensario.

La tecnología de Dinámica de Fluidos de Healy y los sensores interconstruidos en la Pistola 600 permiten el control del flujo de vapor. La Pistola 600 está diseñada para instalaciones de tanques subterráneos.

### *1.2.5.3. Pistola Modelo 400 (ORVR)*

**GRÁFICO N° 4 : PISTOLA MODELO 400 (ORVR)**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

La primera pistola en recibir la certificación de Carb para sistemas ORVR. La tecnología de Dinámica de Fluidos de Healy y los sensores Interconstruidos en la Pistola 800 lo hacen todo.... ORVR y permiten el control del flujo de vapor.

**ORVR** (Sistema de Recuperación de Vapores Abordo) **es compatible con sistemas de:**

- Tanques Subterráneos
- Tanques Superficiales

### *1.2.5.4. VP 1000 Fuente de Vacío instalada en el Dispensario*

**GRÁFICO N° 5 : VP 1000 FUENTE DE VACÍO INSTALADA EN EL DISPENSARIO.**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

- Una Bomba de Vacío por Dispensario suministra ambos lados!
- La VP-1000 está diseñada para suministrar la recuperación de vapores a dispensarios con o sin mezclador con dos mangueras surtiendo simultáneamente o individualmente.
- Simple de instalar, no requiere de excavaciones, por lo que se reduce el tiempo y costo de mano de obra. Se conecta al dispensario por medio de una interfase sin costosos cambios de Software o la instalación de circuitos electrónicos. Es el sistema de recuperación de vapores de mayor costo-beneficio que existe actualmente en el mercado!

— Compatible con Dispensarios Nuevos o Existentes

— Dimensiones: 10.12” x 7.12” x 5.38”

— Para Instalaciones de Tanques Subterráneos

#### ***1.2.5.5.VP 1200 Bomba de vacío para Dispensarios de Succión Directa.***

### **GRÁFICO N° 6 : VP 1200 BOMBA DE VACÍO PARA DISPENSARIOS DE SUCCIÓN DIRECTA.**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

Una Bomba de Vacío por Dispensario suministra ambos lados.

Simple de instalar, no requiere de excavaciones, por lo que se reduce el tiempo y costo de mano de obra.

- Ideal para modernizar dispensarios nuevos existentes.
- Se fija al gabinete del dispensario y por medio de una polea se conecta al motor existente en el dispensario.
- No requiere de conexiones eléctricas.
- El alto nivel de vacío, garantiza la succión total de condensados y vapor en las mangueras.

— Dimensiones: 5.25” x 5“ x 4.38”

— Pistola healy 600 Bootless

— Certificaciones internacionales

#### ***1.2.5.6.9000 Mini-jet Bomba de Vacío – Centralizada.***

### **GRÁFICO N° 7 : 9000 MINI-JET BOMBA DE VACÍO – CENTRALIZADA**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

El popular Mini-Jet 9000 no requiere de conexión eléctrica, ofrece lo último en versatilidad, utilizando el flujo de una motobomba existente produce el vacío necesario para la recuperación de vapores.

Un Mini-Jet puede surtir hasta ocho posiciones de carga, o una instalación típica de cuatro mangueras surtiendo simultáneamente en alto flujo.

Provee de alta rentabilidad y baja mantenimiento. El alto nivel de vacío, garantiza la succión total de condensados en las mangueras.

- No requiere de Conexión Eléctrica
- No requiere de Partes Móviles para generar el vacío
- Se instala en la motobomba existente dentro del contenedor del Tanque

#### ***1.2.5.7.VP 500 Bomba de Vacío central con Alaves – Centralizada.***

### **GRÁFICO N° 8 : VP 500 BOMBA DE VACÍO CENTRAL CON ALAVES – CENTRALIZADA**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

La Bomba central eléctrica de mayor versatilidad, 115/230 volts corriente alterna. El alto nivel de vacío, garantiza la succión total de condensados en las mangueras. Disponible en dos versiones básicas.

**VP 500B Para instalarse en el contenedor de la motobomba.** Provee vacío hasta diez posiciones de carga o una instalación típica de cinco mangueras operando simultáneamente en alto flujo.

**VP 500C/1 VP 500C/2 Modelos con Gabinete.** La VPC1 provee vacío hasta diez posiciones de carga o una instalación típica de cinco mangueras operando simultáneamente en alto flujo. La VP500C/2 duplica la capacidad, provee vacío a veinte posiciones de carga o una instalación típica de diez mangueras operando simultáneamente en alto flujo.

- Flexibilidad para instalar
- Bajo costo para instalación y operación

- Bajo mantenimiento
- Para instalaciones de tanques subterráneos
- Para instalaciones de tanques superficiales

**1.2.5.8.2000 Fuente de Vacío y Soplador – Centralizada.**

**GRÁFICO N° 9 : 2000 FUENTE DE VACÍO Y SOPLADOR –  
CENTRALIZADA.**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

- Bomba de vacío central de Healy de mayor capacidad 115/230 VA.
- Directamente acoplada a su motor eléctrico, no utiliza álaves que puedan romperse o desajustarse.
- No tiene partes que sufran de fricción para generar el vacío.
- Provee de vacío hasta 18 posiciones de carga o de una instalación típica con nueve mangueras operando simultáneamente en alto flujo.
- Atractivo gabinete de acero inoxidable resistente a la intemperie, provee protección y durabilidad a la unidad.
- El alto nivel de vacío, garantiza la succión total de condensados en las mangueras.



*1.2.5.9.6280 Sistema de monitoreo de recuperación de vapor.*

**GRÁFICO N° 10 : 6280 SISTEMA DE MONITOREO DE RECUPERACIÓN DE VAPOR.**



**Fuente:** Ats Meridian de México S.A. de C.V.

- Para usarse únicamente con el sistema centralizado de recuperación de vapores continuamente monitoreada al desempeño del sistema de acuerdo con las especificaciones CARB.
- Requerido para su uso sólo con las siguientes unidades centrales Healy

### **1.3. Marco Conceptual**

**Absorción:** Introducción o disminución de una especie dentro o a través de otra

**Adulteración de combustible:** Procedimiento por el cual se reemplaza parte del volumen de un combustible (gasolinas o diesel n°2); con otro de similar naturaleza molecular, de diferente propiedad físico-química y menos precio (kerosene y solventes N°1 y N°3 para las gasolinas y kerosene para el diesel n°2); con el fin de obtener utilidades ilícitas.

**Aerosol:** Dispersión coloidal de un sólido o un líquido en un gas.

**Aire:** También aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

**Aire fósil:** Bolsón de aire enterrado y aislado del exterior tras un movimiento sísmico y que conserva las características de la atmosfera del momento en que se formó.

**Atmósfera:** Capa gaseosa que envuelve algunos cuerpos celestes (estrellas, planetas y satélites).

**Agente Cancerígeno:** Nombre que se da a los agentes causantes del cáncer.

**Ambiente:** Termino colectivo que describe las condiciones que rodean un organismo.

**Anhídrido Sulfuroso:** Producto de la química inorgánica con el que se suele atacar el ambiente.

**Butano:** (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). Constituyente del gas natural que se compone de varias parafinas gaseosas y casi siempre asociado con el petróleo.

**Capa de Ozono:** Este término es utilizado para designar la capa estratosférica que protege la Tierra de la radiación ultravioleta pernicioso.

**Contaminación Ambiental:** Es la presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestan en nuestros recursos naturales con el aire, el agua y los suelos, sin que el medio no lo pueda adsorber o regenerar por sí solo, y colocadas allí por la acción del hombre en tal calidad y cantidad que puedan interferir la salud y el bienestar de los hombres, los animales y a las plantas.

**Contaminante del aire:** Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

**Contaminantes comunes del aire:** Cualquier contaminante del aire para los cuales se especifica un valor máximo de concentración permitida, a nivel del suelo, en el aire ambiente, para diferentes períodos de tiempo, según la normativa aplicable.

**Contaminación del aire:** La presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

**Contaminante:** Sustancia o compuesto que afecta negativamente al ecosistema.

**Control:** Comprobación, inspección, vigilancia, regulación, limitación.

**Convección:** Proceso en líquidos y gases, en virtud del cual se transmite calor de un punto a otro.

**Combustión:** Oxidación rápida, que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor,

**Combustibles fósiles:** Son aquellos hidrocarburos encontrados en estado natural, ejemplos, petróleo, carbón, gas natural, y sus derivados.

**Combustibles fósiles líquidos:** Son aquellos derivados del petróleo, tales como petróleo crudo, diesel, búnker, kerosene, naftas.

**Combustibles fósiles gaseosos:** Son aquellos derivados del petróleo o del gas natural, tales como butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

**Debilitamiento de la capa de ozono:** Reducción de la capa de ozono.

**Descarga de emisión:** Indica una situación en la que las sustancias (sólidas, líquidas o gaseosas) ingresan al ambiente.

**Deterioro Ambiental:** Se refiere al deterioro de uno o varios de los componentes del ambiente (aire, suelo, agua, etc.), situación la cual afecta en forma negativa a los organismos vivientes.

**Dióxido de Azufre:** Gas incoloro y de olor picante, es uno de los contaminantes más frecuentes del aire.

**Dióxido de carbono:** Compuesto químico gaseoso de moléculas formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno, no es tóxico y forma parte de la atmósfera terrestre.

**Evaporación:** Intercambio de energía por conversión de un líquido a gas.

**Emanación:** Es la percepción organoléptica de las sustancias volátiles que se desprenden de un compuesto, sometido a un proceso y/u operación.

**Emisión:** La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

**Estándar de emisión:** Valor numérico establecido como límite de emisión gaseosa a la atmósfera para un lugar, tiempo y condiciones meteorológicas determinadas y en función de un objetivo de calidad del aire preestablecido.

**Fuente fija de combustión:** Es aquella instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, y que emite o puede emitir contaminantes al aire, debido a proceso de combustión, desde un lugar fijo o inamovible.

**Gas de los Pantanos:** Nombre vulgar del Metano, compuesto de carbono e hidrogeno, es un gas incoloro que quema con una llama pálida y ligeramente luminosa.

**Gas Natural:** Mezcla inflamable de hidrocarburos gaseosos compuesta principalmente de metano.

**Gas pobre:** Es las combustible o gas pobre es una mezcla de monóxido de carbono y nitrógeno.

**Gas de escape:** Son gases residuales que se obtienen como resultado de la combustión de cualquier energético o sustancia combustible, en un equipo o motor de combustión interna.

**Gasolina:** Las gasolinas son una mezcla compleja de hidrocarburos con un intervalo de ebullición de 50° a 200°, predominando las parafinas (hidrocarburos alifáticos) en muchos tipos de ellas.

**Hidrocarburo:** Sustancia de origen orgánico en cuya composición dominan ampliamente el hidrogeno y el carbono.

**Hidrocarburos alifáticos:** Comprenden los alcanos, alquenos, alquinos e hidrocarburos cíclicos.

**Hidrocarburos aromáticos:** Abarcan el benceno y sus derivados.

**Identificación:** En la teoría psicoanalítica, conjunto de procesos que están en la misma base del desarrollo de la personalidad y que inducen al individuo a imitar y a tomar como modelo a un tercero, con el fin de apropiarse de sus caracteres valiosos y hacer suyos sus atributos.

**Oxidación:** Combinación con oxígenos que, según la química, comprende la pérdida de electrones como resultado del aumento de valencia en un elemento o la remoción de hidrogeno o cualquier otro elemento o grupo de elementos electropositivo.

**Oxido:** Nombre genérico de compuestos binarios del oxígeno con otro elemento.

**Oxido de Carbono:** Monóxido de carbono, gas incoloro, inodoro y combustible.

**Óxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** Compuesto químico gaseoso de molécula formada por un átomo de azufre y dos de oxígeno.

**Oxido Nitros:** (Gas Hilarante). Gas incoloro con un olor levemente característico que cuando se inhala resulta en insensibilidad al olor.

**Oxigeno:** Es el elemento químico más abundante de la corteza terrestres, forma parte del agua de los océanos y el aire.

**Ozono:** Gas cuyas moléculas está formada por tres átomos de oxígenos (O<sub>3</sub>), presente en las capas más altas de la atmosfera en un porcentaje del 0,0001%.

**Ozonificación:** Acción y efecto de convertir el Oxígeno en Ozono.

**Ozonosfera:** Capa de Ozono de la Estratosfera situada entre los 20 y 25 kilómetros de altitud.

**Ozonómetro:** Reactivo preparado para graduar el Ozono existente en la Atmósfera.

**Petróleo:** Líquido oleoso, más ligero que el agua, de color oscuro y olor característico.

**Vapor:** Gas en un punto por debajo de su temperatura crítica; temperatura sobre la cual la licuación es imposible.

## CAPÍTULO II

### 2. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 2.1. Materiales

##### *2.1.1. Institucionales*

- Universidad Técnica de Cotopaxi.
  - Unidad Académica de de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
  - Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente.
  - Estación de Servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí.

##### *2.1.2. Recursos Humanos*

**Autor:** Alex Paúl Batallas Changoluisa.  
**Director de Tesis:** Ing. José Antonio Andrade Valencia.  
**Miembros del Tribunal:** Ing. Eduardo Cajas.  
Ing. Ivonne Endara.  
Ing. Alexandra Tapia.  
**Secretario General del Sindicato de Choferes:** Sr. Milton Mena.

##### *2.1.3. Recursos Tecnológicos*

- Medidor de Gases y Vapores.
- Cámara fotográfica.
- GPS



#### **2.1.4. Material de Campo**

- Libreta de apuntes.
- Lápiz
- Hojas recicladas.

#### **2.1.5. Material de Oficina**

- Laptop
- Computadora de escritorio.
- Impresora.
- Flash.
- Hojas tamaño A4.

### **2.2. Caracterización del Sitio Experimental**

#### **2.2.1. Ubicación del sitio de estudio**

**TABLA N° 5 : INFORMACIÓN GENERAL**

<b>ESTACIÓN DE SERVICIO:</b>		
Sindicato de Choferes de Saquisilí		
<b>PROPIETARIO:</b>		
Socios del Sindicato de Choferes del Cantón Saquisilí		
<b>DIRECCIÓN:</b>		
<b>Parroquia:</b> La Matriz	<b>Cantón:</b> Saquisilí	<b>Provincia:</b> Cotopaxi
<b>FASE DE OPERACIONES:</b>		
“Comercialización y Venta de Derivados de Petróleo”		
<b>COMERCIALIZADORA:</b>		
PETRÓLEOS Y SERVICIOS S.A.		

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

**TABLA N° 6 : COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

<b>COORDENADAS</b>	
0°50'33.6''S	78°39'50.6''W

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

**TABLA N° 7 : DIVISIÓN POLÍTICA**

<b>Parroquia:</b>	La Matriz
<b>Cantón:</b>	Saquisilí.
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi.

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

### ***2.2.2. Límites de la estación de servicio***

- **Norte:** Limita con la entrada a la Parroquia de Chantilín
- **Sur:** Confina con el barrio Panamericano
- **Este:** Avenida Principal (Entrada y Salida del Cantón)
- **Oeste:** Limita con la calle Abdón Calderón

### ***2.2.3. Características del Lugar***

#### ***2.2.3.1. Ubicación***

La estación de servicio del Sindicato de Choferes Profesionales se encuentra ubicada en el cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi, sierra central del Ecuador, en la avenida principal (entrada y salida del Cantón). El centro del cantón tiene una superficie de 207.9 Km<sup>2</sup> y se compone de tres parroquias rurales (Canchagua, Chantilín, y Cochapamba) y una parroquia urbana (Saquisilí).

### **2.2.3.2. *Infraestructura de la estación de servicio***

#### **a.) Áreas de administración y tanques de almacenamiento.**

La estación de servicio cuenta con un área administrativa constituida por una edificación construida en hormigón armado en donde se encuentran las oficinas, bodega, vestidor y baños de despachadores, salas de máquinas. También cuenta con un área en donde están ubicados los baños y servicios higiénicos para el público, separados para hombres y mujeres.

Los tanques de almacenamiento de combustibles son cilíndricos, horizontales, atmosféricos, con doble pared, provistos de un sistema intersticial de fugas, fabricados bajo estándares UL 58 y UL 1746.

### **2.2.3.3. *Operación de la estación de servicio***

#### **a.) Transporte y almacenamiento de los combustibles.**

Los combustibles son abastecidos por la comercializadora PETROLEOS Y SERVISIOS directamente en la estación de servicio, mismos que son transportados en autotanques; la frecuencia del abastecimiento depende de la demanda que tienen los combustibles. La estación dispone de un sitio adecuado de descarga ubicado junto a la zona de los tanques de almacenamiento.

#### **b.) Expendio de combustible.**

La estación de servicio expende combustible para lo cual tiene instalado cuatro tanques subterráneos con alta seguridad, de los cuales dos de 10000 galones y 5000 galones de capacidad respectivamente de diesel, uno de 10000 galones de capacidad para gasolina extra y uno de 5000 galones de capacidad para gasolina súper. Dispones de 3 islas, 5 dispensores y 10 mangueras en total.

**c.) Servicio de aire y agua para el cliente.**

La estación de servicio dispone de un dispensador de aire y agua para los vehículos que requieren de este servicio que está ubicado adecuadamente cubierto y bajo techo, de tal manera que no interrumpe la libre circulación vehicular que ingresan a abastecerse de combustible.

**2.2.3.4. Características de las áreas de la infraestructura de la estación de servicio**

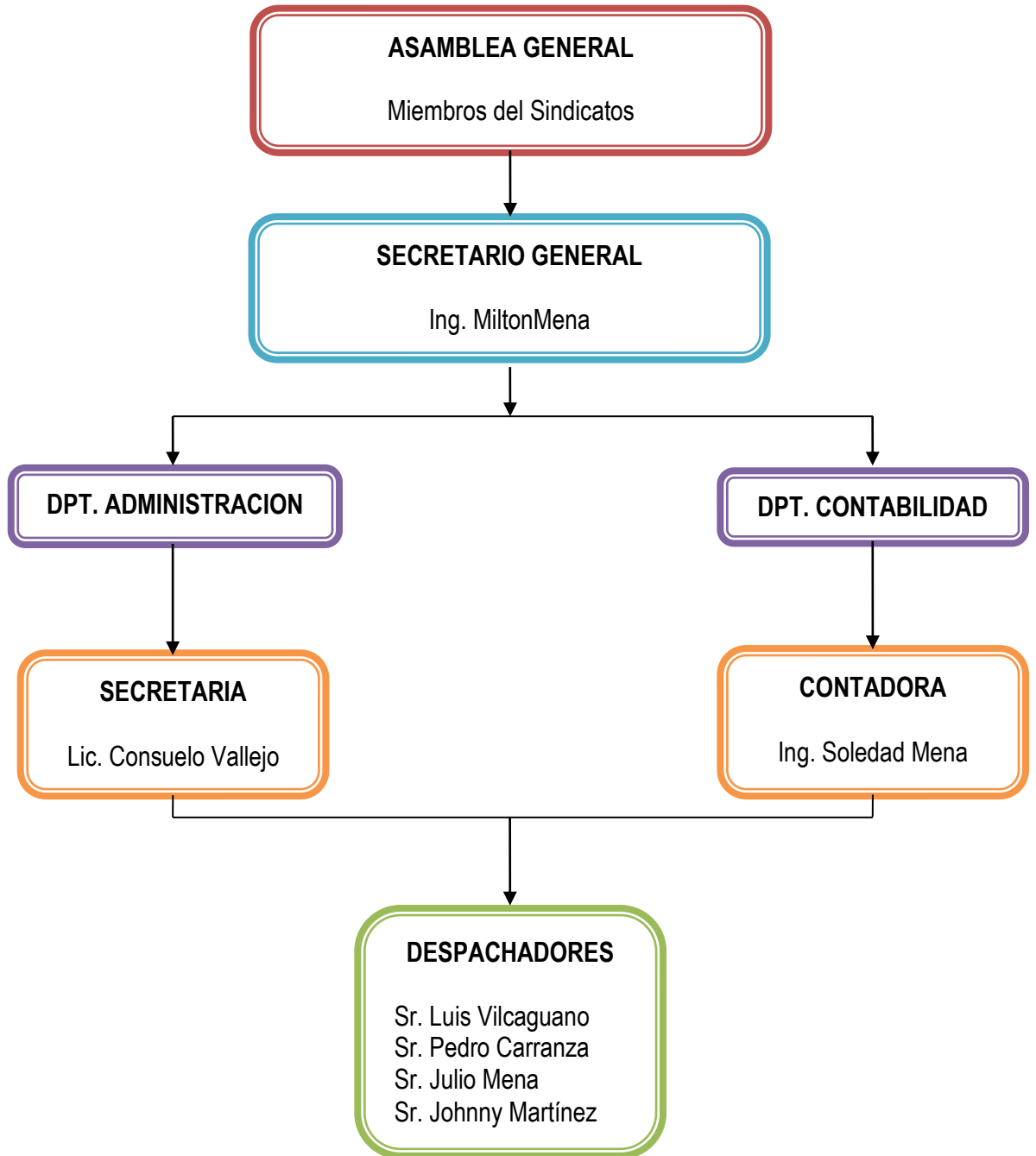
El área de despacho de combustible cuenta con una marquesina en muy buen estado, con tres islas donde están instaladas cinco dispensadores eléctricos funcionando correctamente, de los cuales dos de gasolina diesel, dos de gasolina extra y uno mixto de gasolina extra y súper. Con un total de 10 mangueras.

Las islas están rodeadas de una canaleta perimetral para conducir las aguas producto de limpieza del sitio con desengrasante biodegradable conectada a la trampa de grasa, antes de ser evacuadas a la alcantarilla.

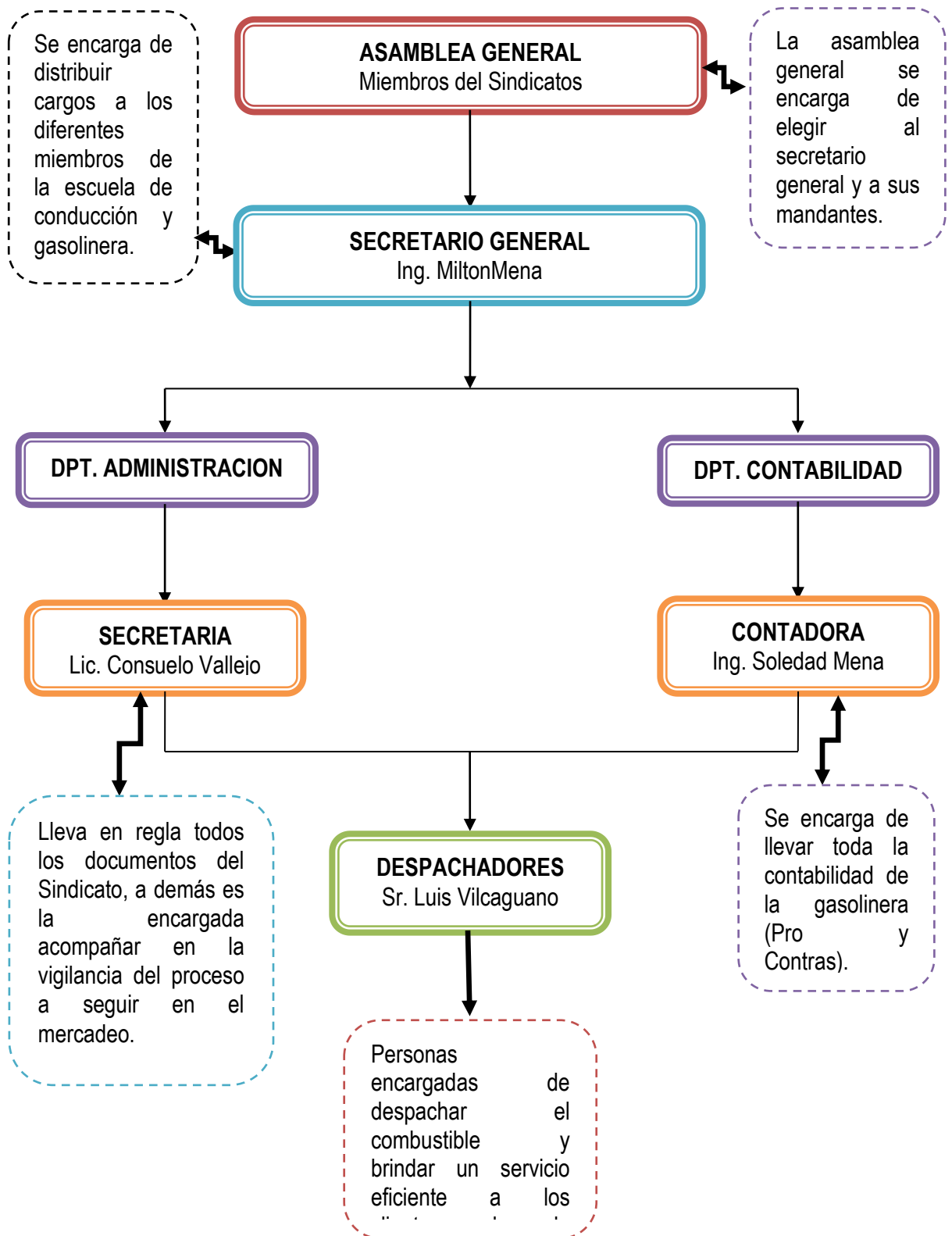
Los trabajadores cuentan con el equipo de protección personal en buen estado, para la descarga de combustible, limpieza de la trampa de grasa y limpieza de sala de máquinas.

La estación cuenta con un botiquín de primeros auxilios instalado en cuarto de empleados.

2.2.3.5. *Organigrama Estructural*



2.2.3.6. *Organigrama Funcional.*



### **2.2.3.7. Condiciones Climáticas**

#### **2.2.3.7.1. Condiciones Climáticas Generales del Cantón.**

Punto del rocío:	10 °C
Humedad relativa:	68%
Presión atmosférica:	1031.83 hPa
Visibilidad:	10.0 km
Viento:	33 km/h - S (190°)

#### **2.2.3.7.2. Clima.**

El cantón abarca territorios en una altitud que varía entre 2.900 y 4.200 msnm; La zona objeto de este informe, tiene un clima seco - frío, puesto que se encuentra localizado entre las cotas de 2940 a 2960 msnm.

#### **2.2.3.7.3. Hidrografía.**

El sistema hidrográfico está formado por la subcuenca del río Pumacunchi, formado por los ríos Blanco y Negro, subcuenca que hace parte del río Cutuchi.

### **2.2.4. Ubicación Micro Ensayo**

La ubicación específica donde se va a realizar el monitoreo correspondiente es en los cinco dispensadores eléctricos, de los cuales dos son de gasolina diesel, dos de gasolina extra y uno mixto de gasolina extra y súper. Con un total de 10 mangueras.

## **2.3. Diseño Metodológico**

### ***2.3.1. Investigación Exploratoria***

La investigación exploratoria es una actividad preliminar por medio de ella se realiza el examen de un tema o problema de investigación poco estudiado, o que no ha sido abordado antes. Este tipo de investigación se utilizó al momento de tener una observación inmediata del área y de los elementos que caracterizan la misma.

### ***2.3.2. Investigación Bibliográfica***

El énfasis de la investigación está en el análisis teórico y conceptual hasta el paso final de la elaboración de un informe o propuesta sobre el material registrado, ya se trate de obras, investigaciones anteriores, material inédito, hemerográfico, cartas, historias de vida, documentos legales e inclusive material filmado o grabado. Las fuentes de conocimiento, de análisis e interpretación serán fundamentalmente “cosas” y no “personas”. Esta investigación se aplicó en la presente investigación en todo momento ya que la misma necesita ser constantemente indagada.

### ***2.3.3. Investigación de Campo***

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que se obtendrán los datos más relevantes a ser analizados son individuos, grupos y representantes de las organizaciones o comunidades. Esta investigación se utilizó al momento de visitar el área de estudio de forma in situ.



## **2.4. Métodos y Técnicas**

### **2.4.1. Métodos**

#### **2.4.1.1. Método Hipotético**

El presente método se refiere a las investigaciones que se realizan y la hipótesis que se propone, como consecuencia de sus derivaciones del conjunto de datos empíricos o de fenómenos, principios, normas o leyes más generales. Este método se aplicó en la hipótesis de la presente investigación.

#### **2.4.1.2. Método Deductivo**

Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez. Para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. Este método se utilizó en la investigación al momento de aplicar la misma ya que nos enfocamos especialmente en la estación de servicio.

#### **2.4.1.3. Método Inductivo**

Con este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría. Este método se aplicó cuando los resultados obtenidos sirvan para implementar normas u ordenanza municipales para las diferentes estaciones de servicio existentes en el cantón.

#### **2.4.1.4. Método Analítico**

El método analítico hace referencia a la extracción de las partes de un todo, con la finalidad de estudiarlas y examinarlas por separado para delimitar. La importancia de este método en la presente investigación radica que de un todo desagregamos las partes, para realizar un estudio minucioso del tema, es decir que de toda la estación de servicio monitoreamos específicamente el expendio de combustible.

### **2.4.2. Técnicas**

#### **2.4.2.1. Observación**

Es la técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho, caso o actividad, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es la técnica más antigua técnica que se utiliza en evolución psicológica; pero todavía se la emplea y proporciona garantías suficientes en el momento de la recolección de datos. Esta técnica se aplicó en la investigación al momento de realizar una visita al lugar de estudio.

#### **2.4.2.2. Entrevista**

Es la técnica que recopila información de las personas, ha sido usada y sigue utilizándose para múltiples propósitos. Esta técnica se utilizara en la investigación para que proporcione datos de la gasolinera para realizar la unidad de estudio.

#### **2.4.2.3. Monitoreo**

Es un término no incluido en el diccionario de la Real Academia Española (RAE). Su origen se encuentra en monitor, un aparato que toma imágenes de instalaciones filmadoras o sensores y que permite visualizar algo en una pantalla. El monitor, por lo tanto, ayuda a controlar o supervisar una situación. Esta técnica nos permitió identificar los gases y vapores existentes en el expendio de combustible.

Según la Norma Técnica para Emisiones a la Atmósfera de Fuentes Fijas el monitoreo es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

## **2.5. Metodología**

### ***2.5.1. Visita a la Estación de Servicio***

Se realizó la visita al lugar de la investigación para conocer la situación actual de la estación de servicio y levantar la línea base correspondiente, teniendo una visión más clara del sitio donde se ejecutó la indagación.

### ***2.5.2. Equipo de Medición***

Se utilizó el monitor de gases múltiples MX6 que es la nueva generación de equipos de Industrial Scientific Corporation para los instrumentos de supervisión de múltiples gases, manuales y acoplables. Incluye hasta cinco sensores con compensación de temperatura para controlar hasta seis gases ambientales en todo el intervalo de temperatura del instrumento. La opción de sensor PID determina 116 compuestos orgánicos distintos. Este equipo dispone de bomba de succión. Cuenta con alarmas visuales STEL, TWA, monitor LCD de lectura directa, puerto de comunicaciones IR y software para descarga de distintas sesiones y eventos simultáneos. Cumple con normativas

### ***2.5.3. Calibración del equipo***

Antes de iniciar la instalación, operación y monitoreo de los gases y vapores se envió a la calibración del equipo de multigases MX6.

#### ***2.5.4. Instalación del Medidor de Gases y Vapores***

El medidor de gases fue colocado en el pedestal, posteriormente lo manipulamos a los diferentes dispensares para poder iniciar el monitoreo correspondiente.

#### ***2.5.5. Operación del Medidor de Gases y Vapores***

La operación del equipo fue de fácil manejo, el cual permitió tener los valores en dos unidades ppm ò mg/m<sup>3</sup> depende de la calibración que le demos al mismo.

#### ***2.5.6. Equipo de Protección Personal***

Antes de iniciar el monitoreo respectivo se colocó el EPP correspondiente para realizar la práctica:

- a) Botas punta de acero.
- b) Camisa de la Carrera.
- c) Chaleco de la Carrera.
- d) Pantalón Jean.

#### ***2.5.7. Monitoreo***

##### ***2.5.7.1. Benceno***

El monitoreo se realizó por puesto de trabajo con un tiempo de exposición de 8 horas (480 minutos), esta actividad se ejecutó conjuntamente con el trabajador de la estación de servicio y los clientes que realizaban su carga de combustible.

##### ***2.5.7.2. Compuestos Orgánicos Volátiles***

El monitoreo se realizó de lunes a domingo con dos lecturas a un intervalo de dos horas para la determinación de cada parámetro como esta en el Decreto Ejecutivo 1215 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, esta

actividad se ejecutó conjuntamente con los trabajadores de la estación de servicio y los clientes que realizaban su carga de combustible.

### ***2.5.8. Realización de los cálculos para el Benceno***

#### **2.5.8.1. Determinación de la Concentración promedio por puesto C:**

a) **Calcular la concentración promedio por puesto C con la ecuación:**

$$C = \frac{C_i * t_i}{\sum_{i=1}^{\infty} t_i}$$

**C=** Concentración promedio  
**C<sub>i</sub>=** Datos arrojados monitoreo  
**t<sub>i</sub>=** Tiempo de exposición

b) **Calcular la concentración de exposición por puesto C con la ecuación:**

$$C_8 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} C * t_i}{8}$$

**C<sub>8</sub>=** Concentración de exposición  
**C=** Concentración promedio  
**t<sub>i</sub>=** Tiempo de exposición

c) **Calcular la dosis de concentración con la ecuación:**

$$D = \frac{C_8}{TLV TWA}$$

**D=** Dosis de concentración  
**C<sub>8</sub>=** Concentración de exposición  
**TLV TWA=** Unidad Constante ( 0,5 ppm)

### 2.5.9. Realización de los cálculos para los compuestos orgánicos volátiles

Con los resultados obtenidos en el monitoreo respectivo, se realizó un promedio individual de cada muestra para posterior tener un promedio global del monitoreo.

### 2.5.10. Comprobación

#### 2.5.10.1. Benceno

Después de obtener los datos arrojados en el monitoreo correspondiente la comprobación se realizó con la siguiente tabla:

**TABLA N° 8 : MONITOREO DE BENCENO**

D < 0,5 = Bajo	D → 1 = Medio	D > 1 = Alto
----------------	---------------	--------------

Fuente:ISO 10156

Elaborado por: El investigador

#### 2.5.10.2. Compuestos Orgánicos Volátiles

Después de obtener los datos arrojados en el monitoreo correspondiente se realizó la comprobación respectiva con la Tabla 3: Valores máximos referenciales para emisiones a la atmosfera del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas.

**TABLA N° 9 : COMPUESTOS VOLÁTILES**

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor Máximo Referencial	
			Hasta 31.122002	A partir 1.12003
Compuestos Orgánicos Volátiles	C	mg/m <sup>3</sup>	70	35
Hidrocarburos Aromáticos policíclicos	C	mg/m <sup>3</sup>	0.01	0.01

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas

Elaborado por: El investigador

### 2.5.11. Tabulación de datos

Posteriormente se realizó la tabulación de datos en tablas de Excel lo cual ayudaron a tener un porcentaje de los gases y vapores identificados y tener una visión clara de los resultados obtenidos en el monitoreo, dicha tabulación se realizó en el programa Microsoft Office Excel 2007.

## 2.6. Resultados

### 2.6.1. Resultados del Monitoreo

#### 2.6.1.1. Benceno

TABLA N° 10 : MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE BENCENO EN PPM.

Medición de la concentración					
N°	Ci	Ci	Ci	Sumatoria	Promedio
1	0,2	0,1	0,3	0,6	0,2
2	0,3	0,4	0,2	0,9	0,3
3	0,2	0,1	0,3	0,6	0,2
4	0,3	0,5	0,2	1	0,3
5	0,4	0,4	0,2	1,0	0,3
6	0,2	0,3	0,3	0,8	0,3
7	0,4	0,2	0,3	0,9	0,3
8	0,3	0,4	0,2	0,9	0,3
9	0,3	0,4	0,1	0,8	0,3
10	0,2	0,2	0,3	0,7	0,2
11	0,3	0,1	0,4	0,8	0,3
12	0,1	0,3	0,3	0,7	0,2
13	0,3	0,2	0,2	0,7	0,2
14	0,2	0,2	0,1	0,5	0,2
15	0,2	0,3	0,4	0,9	0,3
16	0,1	0,4	0,2	0,7	0,2
17	0,3	0,2	0,3	0,8	0,3
18	0,5	0,1	0,1	0,7	0,2
<b>Promedio Global</b>					<b>0,3</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: El investigador

**Discusión:**

En el monitoreo realizado se tomó 18 muestras con 3 repeticiones por puesto de trabajo, las cuales poseen un promedio individual de 0,2, a 0,3, dando un promedio global de 0,3. Para la comprobación de resultados se utilizó las formulas del TLV TLWA por puesto de trabajo dando como resultado un 0,52, lo cual se encuentra en una dosis media según la tabla de comprobación.

a) **Calcular la concentración promedio por puesto C con la ecuación:**

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} C_i * t_i}{\sum_{i=1}^{\infty} t_i}$$

C= Concentración promedio  
C<sub>i</sub>= Datos arrojados monitoreo  
t<sub>i</sub>= Tiempo de exposición

$$C = 0,3$$

b) **Calcular la concentración de exposición por puesto C con la ecuación:**

$$C_8 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} C * t_i}{8}$$

C<sub>8</sub>= Concentración de exposición  
C= Concentración promedio  
t<sub>i</sub>= Tiempo de exposición

$$C_8 = 0,26$$

c) **Calcular la dosis de concentración con la ecuación:**

$$D = \frac{C_8}{TLV TWA}$$

D= Dosis de concentración  
C<sub>8</sub>= Concentración de exposición  
TLV TWA= Unidad Constante ( 0,5 ppm)

$$D = \frac{0,26}{0,5}$$

$$D = 0,52$$



## 2.6.1.2. *Compuestos Orgánicos Volátiles*

### 2.6.1.2.1. *Tolueno.*

TABLA N° 11 : MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TOLUENO EN PPM.

Medición de la concentración (Tolueno ppm)			
N°	Ci	Ci	Ci
1	10,0	12,0	10,0
2	9,0	10,0	17,0
3	8,0	11,0	16,0
4	8,0	10,0	17,0
5	9,0	7,0	15,0
6	8,0	7,0	14,0
7	9,0	8,0	10,0
8	9,0	5,0	10,0
9	10,0	6,5	15,0
10	8,0	9,0	14,0
11	7,0	11,0	13,0
12	5,0	10,0	14,0
13	10,0	17,0	15,0
14	5,0	17,0	14,0
15	7,8	11,0	14,0
16	5,0	11,0	13,0
17	6,0	10,0	10,0
18	9,0	10,0	17,0

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

**TABLA N° 12 : MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TOLUENO EN mg/m<sup>3</sup>**

<b>Medición de la concentración</b>					
<b>N°</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>
1	38,3	46,0	37,7	121,9	40,6
2	34,5	38,3	65,1	137,9	46,0
3	30,6	42,1	61,3	134,0	44,7
4	30,6	38,3	65,1	134,0	44,7
5	34,5	26,8	57,5	118,7	39,6
6	30,6	26,8	53,6	111,1	37,0
7	34,5	30,6	38,3	103,4	34,5
8	34,5	19,2	38,3	91,9	30,6
9	38,3	23,0	57,4	118,7	39,6
10	30,6	34,5	53,6	118,7	39,6
11	26,8	42,1	49,8	118,7	39,6
12	19,2	38,3	54,6	112,1	37,4
13	38,3	65,1	57,4	160,8	53,6
14	19,2	65,1	53,6	137,9	46,0
15	26,8	42,1	53,6	122,5	40,8
16	19,2	42,1	49,8	111,1	37,0
17	23,0	38,3	38,3	99,6	33,2
18	34,5	38,3	65,1	137,9	46,0
<b>Promedio global</b>					40,6

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

### **Discusión:**

En el monitoreo realizado se tomó 18 muestras con 3 repeticiones, las cuales poseen un promedio individual más bajo es 33,2 mg/m<sup>3</sup> y el más alto de 53,6 mg/m<sup>3</sup> dando un promedio global de 40,6mg/m<sup>3</sup>. Para la comprobación de resultados se utilizó el Decreto Ejecutivo 1215 del RAOH.

2.6.1.2.2. *Xileno*

**TABLA N° 13 : MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES DE XILENO EN PPM.**

<b>Medición de la concentración (Xileno ppm)</b>			
<b>N°</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>
1	15,0	10,0	15,0
2	10,0	8,0	10,0
3	9,0	9,0	9,0
4	9,5	8,0	14,0
5	9,0	8,5	12,0
6	9,0	6,5	13,0
7	10,0	9,5	15,0
8	9,0	6,0	14,5
9	8,5	7,0	8,5
10	8,5	8,5	9,0
11	8,0	10,0	10,0
12	7,5	11,0	12,0
13	6,5	15,0	10,0
14	6,5	15,0	12,0
15	8,0	14,0	8,5
16	6,5	13,0	11,0
17	7,5	9,0	14,0
18	8,5	12,0	15,0

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

**TABLA N° 14 : MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES DE XILENO EN mg/m<sup>3</sup>**

<b>Medición de la concentración</b>					
<b>N°</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>
1	66,3	44,2	66,3	176,8	58,9
2	44,2	35,4	44,2	123,7	41,2
3	39,8	39,8	39,8	119,3	39,8
4	42,0	35,4	61,9	139,2	46,4
5	39,8	35,4	53,0	128,2	42,7
6	39,8	28,7	57,5	125,9	42,0
7	49,2	42,0	66,3	157,5	52,5
8	39,8	26,5	64,1	130,4	43,5
9	37,6	30,9	37,6	106,1	35,4
10	37,6	37,6	39,8	114,9	38,3
11	35,4	44,2	44,2	123,7	41,2
12	33,1	48,6	53,0	134,8	44,9
13	28,7	66,3	44,2	139,2	46,4
14	28,7	66,3	53,0	148,0	49,3
15	35,4	61,9	37,6	134,8	44,9
16	28,7	57,5	48,6	134,8	44,9
17	33,1	39,8	61,9	134,8	44,9
18	37,6	53,0	66,3	156,9	52,3
<b>Promedio Global</b>					<b>45,0</b>

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

### **Discusión:**

En el monitoreo realizado se tomó 18 muestras con 3 repeticiones, las cuales poseen un promedio individual más bajo es 35,4 mg/m<sup>3</sup> y el más alto de 58,9 mg/m<sup>3</sup> dando un promedio global de 45,0 mg/m<sup>3</sup>. Para la comprobación de resultados se utilizó el Decreto Ejecutivo 1215 del RAOH.

2.6.1.2.3. *n*-Hexano

TABLA N° 15 : MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES DE N-HEXANO EN PPM.

Medición de la concentración (n-Hexano ppm)			
N°	Ci	Ci	Ci
1	8,5	12,5	8,5
2	8,5	9,5	15,5
3	9,5	10,0	12,5
4	8,5	6,0	13,5
5	9,0	6,5	12,5
6	7,0	6,5	12,5
7	10,5	6,5	10,0
8	7,5	6,0	13,0
9	9,5	5,5	14,5
10	7,5	10,0	12,5
11	8,5	12,5	9,5
12	5,5	9,5	8,5
13	5,5	16,0	12,5
14	6,5	15,0	12,5
15	8,5	10,0	13,5
16	6,5	9,5	8,5
17	6,5	6,0	9,0
18	9,5	9,0	11,0

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: El investigador

**TABLA N° 16 : MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES DE N-HEXANO EN mg/m<sup>3</sup>**

<b>Medición de la concentración</b>					
<b>N°</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Ci</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>
1	30,4	44,8	30,4	105,6	35,2
2	30,4	34,0	55,5	119,9	40,0
3	34,0	35,8	44,8	114,6	38,2
4	30,4	21,5	48,3	100,2	33,4
5	32,2	23,3	44,8	100,2	33,4
6	25,1	23,3	44,8	93,1	31,0
7	37,6	23,3	35,8	96,7	32,2
8	26,9	21,5	46,5	94,9	31,6
9	34,0	19,7	51,9	105,6	35,2
10	26,9	35,8	44,8	107,4	35,8
11	30,4	44,8	34,0	109,2	36,4
12	19,7	34,0	30,4	84,1	28,0
13	19,7	57,3	44,8	121,7	40,6
14	23,3	53,7	44,8	121,7	40,6
15	30,4	35,8	48,3	114,6	38,2
16	23,3	34,0	30,4	87,7	29,2
17	23,3	21,5	32,2	77,0	25,7
18	34,0	32,2	39,4	105,6	35,2
<b>Promedio Global</b>					<b>34,4</b>

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

### **Discusión:**

En el monitoreo realizado se tomó 18 muestras con 3 repeticiones, las cuales poseen un promedio individual más bajo es 25,7mg/m<sup>3</sup> y el más alto de 40,6 mg/m<sup>3</sup> dando un promedio global de 34,4 mg/m<sup>3</sup>. Para la comprobación de resultados se utilizó el Decreto Ejecutivo 1215 del RAOH.

**2.6.1.2.4. Promedio de los compuestos orgánicos volátiles.**

$$P_{cov} = \frac{P_t + P_x + P_{nh}}{3}$$

**P<sub>cov</sub>**= Promedio de los COV's  
**P<sub>t</sub>**= Promedio de Tolueno  
**P<sub>x</sub>**= Promedio de Xileno  
**P<sub>nh</sub>**= Promedio del n-Hexano

$$P_{cov} = \frac{40,06 + 45,0 + 34,4}{3}$$

$$P_{cov} = \frac{119,46}{3}$$

$$P_{cov} = 39,82 \text{ mg/m}^3$$

**2.6.2. Resultados Global**

**TABLA N° 17 : RESULTADOS GLOBALES Y COMPROBACIÓN**

	Compuestos	Promedio Individual	Promedio Monitoreo	Niveles Permisibles		Comparación		
				SI	NO			
<b>ISO</b>	<b>TLV TWA</b>	Benceno	0,52	0,52	D < 0,5	Bajo		
					D hasta 1	Medio	X	
					D > 1	Alto		
<b>RAHORE</b>	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>	Tolueno	40,06	39,82	Hasta 31.122002	70	X	
		Xileno	45,0					
		n-Hexano	34,4		A partir 1.12003	35		

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

**Discusión:**

En la tabla anterior se puede observar que el benceno se encuentra en una Dosis MEDIA ya que el monitoreo realizado arroja un resultado de 0,52 global; mismo que no sobrepasa el límite recomendado según la tabla ISO 10156. El tolueno posee un promedio individual de 40,06 mg/m<sup>3</sup>, xileno con 45,0mg/m<sup>3</sup> y el n-

hexano con  $34,4\text{mg}/\text{m}^3$  dando como promedio global de los compuestos orgánicos volátiles de  $39,82\text{ mg}/\text{m}^3$  mismos que no sobrepasan los límites permisibles según la tabla N° 4 Valores Máximos referenciales para emisiones a la atmosfera del ROHAE.



## CAPITULO III

### **3. PLAN DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE SALUD OCUPACIONAL**

El plan de prevención y protección de la salud ocupacional tiene la finalidad de prevenir el apareamiento de enfermedades ocupacionales con el pasar del tiempo de la gasolinera del sindicato de choferes profesionales del cantón Saquisilí, por la exposición a la que se encuentran los trabajadores de acuerdo a los resultados de la medición de gases en el expendio del producto.

#### **3.1. Programa de Vigilancia de la Salud**

La estación de servicio del sindicato de choferes profesionales del cantón Saquisilí no cuenta hasta el momento con un programa de vigilancia de salud para sus trabajadores, por lo tanto se desarrollara este programa, para que les permita iniciar y así mantener la prevención, protección y el control de la salud en los trabajadores.

##### ***3.1.1. Objetivo***

Desarrollar el programa de salud ocupacional tiene como objetivo el fomentar prevención y control de la salud del trabajador, protegiéndolo de los factores de riesgos ocupacionales.

##### ***3.1.2. Alcance***

Aplicar a todos los trabajadores que conforman la gasolinera del sindicato de choferes profesionales del cantón Saquisilí

### ***3.1.3. Responsabilidad***

El gerente general será el responsable de aprobar, implementar y hacer cumplir el programa de Salud Ocupacional, con la designación de un responsable para la ejecución y control de este programa.

El médico que sea designado por la gerencia general será el responsable de elaborar, ejecutar, aplicar, registrar y evaluar cada una de las actividades relacionadas con las evaluaciones incluidas en el programa.

### ***3.1.4. Procedimiento***

El médico o la institución de salud que contrate para esta atención la gasolinera del sindicato de choferes profesionales del cantón Saquisilí; confirmarán las condiciones en las cuales se realizarán los diferentes tipos exámenes.

El Gerente general programa las fechas y el lugar donde se realizarán los exámenes de acuerdo a los tipos clasificados en el programa.

### ***3.1.5. Historia Clínica Ocupacional***

La Historia Clínica es un documento de carácter legal, el cual debe ser actualizado permanentemente con los antecedentes y las novedades que se presenten en el trabajador encontrados por el médico. La información que se detalle en la historia clínica es confidencial y no puede usarse en contra del trabajador.

La gasolinera del sindicato de choferes profesionales del cantón Saquisilí debe apertura la Historia Clínica Ocupacional a cada trabajador; este documento se da inicio al momento de que se realiza los exámenes de ingreso a cargo del médico

ocupacional designado por la gerencia el cual deberá presentar a la gasolinera un informe de perfil socio epidemiológico.

#### ***3.1.5.1. Tipos de Exámenes Médicos Ocupacionales.***

Según la normativa de seguridad y salud en el trabajo, se debe realizar los siguientes exámenes:

##### **a) Examen Pre-Ocupacional o de Ingreso**

Este examen es para toda persona que ingrese a trabajar en la gasolinera de acuerdo al cargo que aspire.

La secretaria general se encargará de que toda persona que ingrese a trabajar en la gasolinera se realice los exámenes de ingreso estipulados, independientemente del tipo de cargo o la duración que tenga el contrato, estos exámenes se realiza para la evaluación del estado de salud en que se encuentra el candidato y así establecer las alteraciones físicas y/o psíquicas que garantizar una correcta selección para el cargo, tomando en consideración las condiciones y riesgos propios del mismo.

##### **b) Exámenes ocupacionales o periódicos.**

Para el personal que trabaje en la gasolinera.

Estos exámenes se realizara de forma anual y tienen como objetivo de identificar de forma temprana cualquier variación de la salud ocasionada por la acción de las actividades laborales desarrolladas en su puesto de trabajo. Se podrá solicitar al IESS que anualmente se evalúen a todos los trabajadores.

##### **c) Exámenes de Retiro o Post Ocupacionales**

Se realizara al personal que finaliza la relación laboral con la gasolinera.

Estos exámenes se deberán realizar dentro de los 5 días siguientes a la fecha de retiro del trabajador con un chequeo médico de salida, y que mencionado trabajador haya desempeñado más de 6 meses en su cargo, con el reconocimiento similar al del ingreso.

El objetivo es el de detectar el efecto del riesgo al que se encontraba expuesto el trabajador durante su tiempo de actividades realizadas en la gasolinera y así poder determinar el estado de salud en el momento de la salida, comprobando que durante el tiempo que el trabajador desempeñó sus labores, no desarrolló ninguna enfermedad o patología laboral.

**d) Exámenes médicos de reubicación.**

Cuando exista la presencia de una enfermedad profesional.

Al tener la presencia de una enfermedad ocupacional se efectuara el examen de reubicación, para realizar el respectivo análisis y proceder al cambio del puesto de trabajo, retirando así al trabajador de la exposición de los riesgos presentes que ocasionaron la enfermedad ocupacional.

Es muy importante tener claramente y definido el puesto de trabajo al que se realizara el cambio bajo los parámetros de la ley, verificando cuales fueron las condiciones o secuelas que obligaron a la reubicación del trabajador. La gasolinera del sindicato de choferes de Saquisilí, debe tener en cuenta la afección del trabajador en el momento de su reubicación con fin de no ver disminuido su rendimiento en el nuevo puesto de trabajo.

**e) Examen Post Incapacidad o de Reingreso**

Corresponde al personal que reingresa a su actividad laboral luego de una ausencia por accidente de trabajado o por enfermedad.

La secretaria general de la gasolinera, solicita al empleado que reingrese a sus actividades luego de la ausencia prolongada por accidente de trabajo o enfermedad, un certificado médico del especialista, o realizarse un examen médico ocupacional con pruebas auxiliares de diagnóstico que permitan evaluar la pos-incapacidad para su reubicación laboral, de acuerdo a sus posibles limitaciones.

#### **f) Exámenes Ocupacionales.**

Los exámenes pertinentes a realizar de acuerdo al criterio del Médico Ocupacional son:

- Espirometría.
- Examen de Sangre (Biometría Hemática Completa, Glucosa, Urea, Ácido Úrico, Colesterol, Triglicéridos, VDRL, “PSA en Varones”).
- EMO
- Audiometría
- y optometría
- Optometría – Oftalmología

#### **3.1.5.2. Promoción de la salud**

La campaña de la salud se recomienda a la gasolinera del sindicato de choferes de Saquisilí realizar la promoción y prevención de la salud ocupacional con los siguientes temas principalmente:

- Prevención sobre los riesgos que implica trabajar con solventes orgánicos.
- Sobre los planes para el control y el papel que debe jugar cada trabajador con el fin de evitar accidentes y/o enfermedades profesionales causados por las sustancias a las que se encuentran expuestos.
- Buenos hábitos higiénicos, Estilos y Hábitos saludables.
- Enfermedades de transmisión sexual.
- Manejo del Estrés Laboral
- Alcoholismo, tabaquismo y drogadicción.

### **3.2. Programa De Capacitación**

A la Gasolinera del sindicato de choferes de Saquisilí se recomienda diseñar un procedimiento de capacitaciones donde se detalle la inducción y re inducción a todo el personal que ingresa por primera vez a trabajar, al trabajador permanente y en caso de reubicación de puesto de trabajo.

Dentro del procedimiento de capacitaciones a más de los aspectos generales sobre el funcionamiento de la gasolinera, principalmente se debe incluir sobre los siguientes temas principales:

- Factores de riesgos inherentes al manejo y/o exposición a la gasolina y de los solventes químicos.
- Las respectivas medidas de prevención y control de riegos.
- Uso adecuado de los EPP (Equipos de Protección Personal)

### **3.2.1. Objetivo**

- Capacitar al personal en los temas inherentes al manejo y/o exposición a la gasolina y de los solventes químicos, como en el uso adecuado de los EPP y cuando exista nuevos métodos de trabajo que sean aplicados directamente a sus actividades de labor.

### **3.2.2. Alcance**

Será Aplicado a todo el personal de la Gasolinera del sindicato de choferes de Saquisilí.

### **3.2.3. Responsabilidades**

Es responsable de la gasolinera a través del secretario general, la aplicación y control de este procedimiento.

### **3.2.4. Capacitación**

La Gasolinera del sindicato de choferes profesionales de Saquisilí debe desarrollar un cronograma de capacitaciones a nivel operativo, administrativo, crecimiento personal y profesional, con los siguientes temas tales como:

- Estilos de vida saludables.
- Planes de emergencia.
- Cursos de primeros auxilios
- Capacitación sobre los factores riesgo Químico, Físico-químico,
- Ergonómicos, etc. (con una frecuencia semestral).

- En simulacros de accidente en el proceso de almacenamiento de productos inflamables y tóxicos.
- En Técnicas adecuadas sobre el almacenamiento de sustancias tóxicas e inflamables en la bodega principal, y el uso correcto de los EPP.
- Fomentar el orden y limpieza para evitar accidentes de trabajo.
- Curso básico de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Normas de seguridad básicas para trabajo con Gasolinas, solventes, en condición de trabajo normales y en situaciones de emergencia.
- Pausas Activas.

### **3.3. Selección, Entrega Y Uso De Los Elementos De Protección Personal**

La Gasolinera del sindicato de choferes de Saquisilí deberá dotar con los Equipos de protección personal a todos los trabajadores para un buen desarrollo de sus actividades laborales en cada puesto de trabajo protegiéndose así de los riesgos a los que se encuentran expuestos.

La empresa deberá llevar un registro de la entrega de los EPP, para mantener una verificación periódica de estos elementos y así garantizar la funcionalidad correcta. Se debe programar y mantener la capacitación del uso correcto del EPP como su limpieza mantenimiento y el almacenamiento.

Los equipos de protección que se debería dotar a los trabajadores para la protección de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos y así proteger contra el Benceno y disminuir la afectación a los trabajadores son:



Según la norma del Equipo de protección personal de la OSHA (29 CFR 1910.132) EXIGE A LOS EMPLEADORES que determinen el equipo de protección personal adecuado para cada situación riesgosa y que capaciten a los empleados sobre cómo y cuándo usarlo.

A continuación se detalla las siguientes recomendaciones de los EPP a utilizar.

### ***3.3.1. Guantes y Ropa***

Estos EPP evitaban el contacto de la piel con el Benceno, usar estos elementos de protección en material que den protección a estas sustancias con las cuales no se degraden y ni puedan penetrar, los fabricantes de estos elementos de protección pueden ofrecer recomendaciones tanto en ropa como en guantes para una mayor protección para la función laboral del trabajador.

Los EPP recomendados por seguridad son:

- Guantes de alcohol polivinílico, SilverShield, Viton y fluoroelastómero.
- Ropa de protección de Tychem (CPF 3, FBR, LV, Responder y TK), Zytron (300) y ONESui TEC o puede ser de un material equivalente para Hidrocarburos.

Toda la ropa de protección como trajes, guantes, calzado, protección de la cabeza debe mantenerse siempre limpia, disponible para todos los días y debe colocarse antes de iniciar su trabajo diario.

### ***3.3.2. Protección Ocular***

- Al trabajar con líquidos usar gafas de protección anti-impacto y anti-salpicadura con ventilación indirecta.

- Cuando la exposición del trabajo sea con humos, gases vapores, use gafas de protección anti-impacto sin ventilación
- Cuan la exposición del trabajo sea con sustancias corrosivas, sumamente irritantes o toxica, use una pantalla facial junto con gafas de protección.
- Cuando trabajen con estas sustancias no utilice lentes de contacto.

### ***3.3.3. Protección Respiratoria***

Al usar equipos de protección para la respiración e debe usar correctamente para que no se torne peligroso por el uso incorrecto.

Este tipo de EPP se debe utilizar si el empleador tiene un programa donde tome en cuenta las condiciones laborales a través de una matriz de riesgos, la capacitación respectiva de los trabajadores esto debe estar todo plasmado en registros, además se debe tener las pruebas de ajuste de los equipos de respiración y los exámenes médicos según descritos en la norma OSHA (CFR 1910.134).

Si existe la posibilidad de una exposición al Benceno superior a 5 ppm deberá usar un equipo de respiración suministrador de aire de tipo mascara completa, el cual deberá tener una aprobación bajo la norma NIOSH.

## **3.4. Presupuesto**

A continuación se detalla el siguiente presupuesto que se deberá tomar en cuenta en la provisión del presupuesto anual para el plan de prevención propuesto.

**TABLA N° 18: PRESUPUESTO APLICACIÓN PLAN DE INTERVENCIÓN**

<b>PLAN DE PREVENCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TIEMPO</b>
Programa de vigilancia de la salud	3.000,00 dólares	Anual
Procedimiento de capacitación	1.000,00 dólares	Anual
Selección y entrega de EPP	3.000,00 dólares	Anual
<b>TOTAL</b>	<b>7.000,00 dólares</b>	Anual

**Fuente:** Trabajo de investigación

**Elaborado por:** El investigador

### 3.5. Cronograma

**TABLA N° 19. CRONOGRAMA PLAN DE INTERVENCIÓN**

<b>PLAN DE PREVENCIÓN</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Programa de vigilancia de la salud												
Procedimiento de capacitación												
Selección y entrega de los EPP												

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** El investigador

## CONCLUSIONES

- El presente trabajo se llevó a cabo en la estación de servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí, la evaluación, identificación y monitoreo de gases y vapores se realizó con la metodología que se encuentra especificado en el Decreto Ejecutivo 1215 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas.
- Se puede concluir que los gases y vapores identificados en el monitoreo fueron: Benceno, Tolueno, Xileno y la n-hexeno.
- Según el monitoreo realizado se puede concluir que el puesto analizado de exposición a benceno, se encuentra en una Dosis MEDIA ya que los resultados arrojados es de 0,52, mismo que no sobrepasa el límite recomendado; además que el tolueno tiene un promedio de 40,06 mg/m<sup>3</sup>; Xileno con 45,0mg/m<sup>3</sup> y n-hexeno con 34,4 mg/m<sup>3</sup> dejando un promedio general de los compuestos orgánicos volátiles (Tolueno, Xileno y la n-hexeno) de 39,82 mg/m<sup>3</sup> lo cual podemos interpretar que no sobre pasan los niveles permisibles.
- Se puede concluir que el proyecto realizado cumple con todos los objetivos planteados ya que se identificó, evaluó, monitoreo y comparo los gases y vapores existentes en la expedición de combustible.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el Equipo de Protección Personal, para proteger de uno o varios riesgos que puede ocasionar al momento de realizar el monitoreo.
- Es recomendable realizar la mayor toma de datos con el medidor de gases ya que así serán más confiables los resultados arrojados por el equipo.
- Antes de iniciar el monitoreo se recomienda que observe el equipo si está calibrado correctamente para su respectivo funcionamiento y operación.
- Para una correcta recopilación de datos en cada una de las pruebas es necesario que el medidor de gases esté bien colocado o puesto al momento de iniciar el expendio de combustible.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores en el uso del equipo de protección personal y enfermedades de trabajo por la inhalación de gases y vapores o sustancias químicas.
- Se recomienda que haya más énfasis en este tipo de proyectos ya que no existe mucha información acerca de gases y vapores en nuestro país.

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía Citada

**BARRENETXEA, C; SERRANO, A; DELGADO, N; RODRIGES, F; ALFAYATE, J.** (2011) Contaminación ambiental. Una visión desde la química. España. ISBN: 978-84-9732-178-5.

**BERNAL;** César A. (2006) Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México. ISBN: 970 – 26 – 0645 – 4. (Pág. 304).

**CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE)** (2013) de la República de El Salvador [En línea]. [Fecha de consulta: 18 de Mayo 2014]. Disponible en: <http://www.cne.gob.sv/>

**GÓMEZ A., HUAMAN L., LAURO C., QUIRÓZ C., QUINECHE D., y SERRA C.,** (2010) Los Hidrocarburos. Lima-Perú.

**MANAHAN** Stanley E. (2007) Introducción a la química ambiental. España. 2007. ISBN: 84-291-7907-0.

**NEBEL;** Bernard J. (1999) Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Sexta Edición. México. ISBN: 970-17-0233-6.

**TEIJÓN, J; GARCÍA, J; JIMÉNEZ, Y; y GUERRERO, I.** (2006) La Química en Problemas. Segunda Edición. Madrid. ISBN: 84-7360-226-9.

**VILLALBA, A. Carlos.** (2006) Metodología de la Investigación. Tercera Edición. Quito-Ecuador. ISBN: 85 – 8215 – 156 – 8

**ATS MERIDIAN DE MÉXICO S.A. DE C.V.** [En línea]. (2005) .[Fecha de consulta: 20 de Septiembre 2014 ]. Disponible en: <http://www.atsmeridian.com.mx/vapores.html>

### **Bibliografía consultada.**

**ALFARO;** María del Rosario. (1999) Contaminación del Aire emisiones vehiculares, situación actual y alternativas. Primera Edición. Costa Rica. ISBN: 9977-64-993-6.

**HILL,** John W; y **KOLB,** Doris K. (1999) Química para el Nuevo milenio. México. Octava Edición. ISBN: 970-17-0341-3

**VARGAS,** R; y **VALDEZ,** U; José L. (2006) Recursos naturales estratégicos Los Hidrocarburos y el Agua. Primera Edición. México. ISBN: 970-32-3030-X

### **Lingkografia**

**BLOGSPOT.** Conceptos básicos de la metodología. [En línea]. (2010)[Fecha de consulta: 17 de Mayo 2014 ]. Disponible en: <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

**BLOGDIARIO.** Tipos de Investigación. [En línea] (2008) [Fecha de consulta: 18 de Mayo 2014 ]. Disponible en: <http://juantovar.blogspot.es/1212767700/>

**CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE)** de la República de El Salvador. Los hidrocarburos. [En línea] [Fecha de consulta: 28 de Mayo 2014 ]. Disponible en: [http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=99&Itemid=143](http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=143).

**CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA (CNE)** de la República de El Salvador. Petróleo y derivados. [En línea] [Fecha de consulta: 28 de Mayo 2014 ]. Disponible en: [http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=118&Itemid=160](http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=160)

**DEFINICION** de monitoreo. [En línea]. 2008.[Fecha de consulta: 29 de Junio 2014 ]. Disponible en: <http://definicion.de/monitoreo/>

## **Tesis**

**ACEVADO,G;** Jacob, (2006) Evaluación del riesgo para la salud humana asociado a la exposición a BTEX en las gasolineras de Quito.

**RAMIREZ,** P; Valeria E, (2012) Cuanatificación de compuestos aromáticos (BTEX) en las emisiones gaseosas de fuentes móviles terrestres de gasolina en el distrito metropolitano de Quito Universidad Central del Ecuador.



## ANEXOS

### ANEXO N° 1 : Medidor de Compuestos Orgánicos Volátiles IBRID MX 6



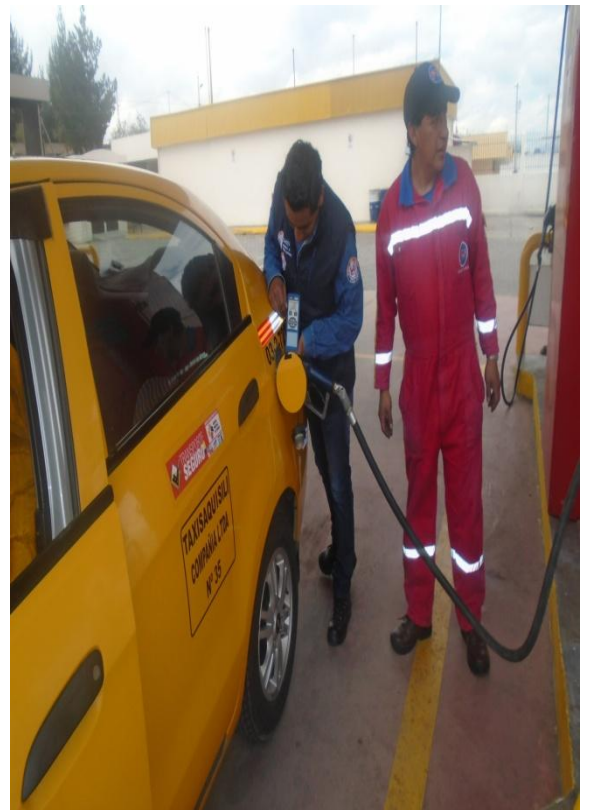
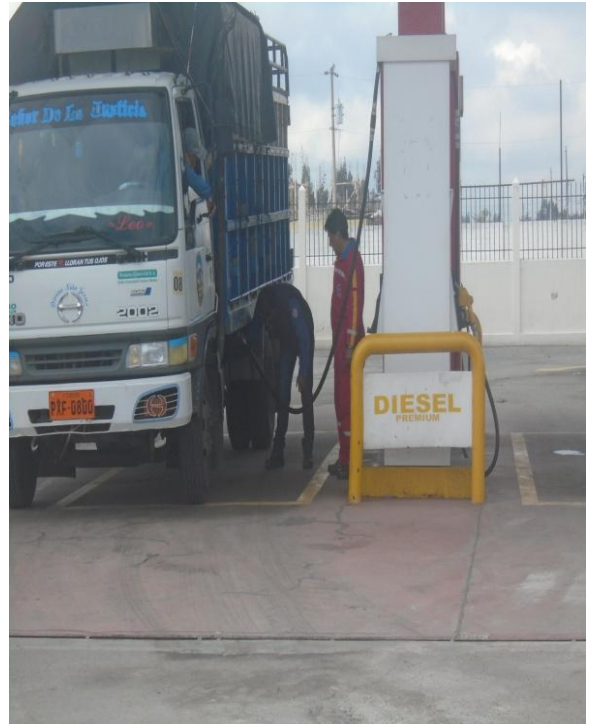
**ANEXO N° 2 : Estacion de Servicio del Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Saquisilí**

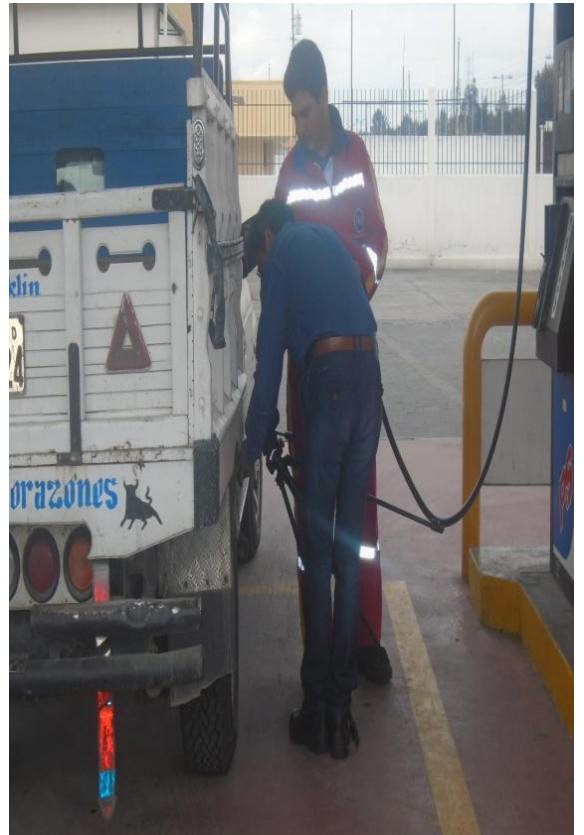


**ANEXO N° 3 : Instalacion del Medidor de Gases.**



## ANEXO N° 4 : Monitoreo de Gases y Vapores





**ANEXO N° 5: Trabajadores de la Estacion de Servicio**

