



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

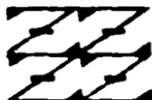
24  
2ej

**ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD MEXICANA EN  
MATERIA DE ESTACIONES DE SERVICIO  
O GASOLINERAS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO QUIMICO**  
P R E S E N T A N:  
**ALBERTO RAMIREZ MONTAÑO**  
**JAVIER EVERARDO SOTO RIOS**

DIRECTOR:  
I. Q. VICTOR MANUEL GUERRERO GRAPAIN

FES  
ZARAGOZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F., NOVIEMBRE DE 1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES "ZARAGOZA"  
JEFATURA DE INGENIERIA  
QUIMICA  
OF/082/019/97

*C. Alberto Montano Ramírez y  
Javier Everardo Soto Ríos  
Presente.*

*En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:*

*Presidente: I.Q. René de la Mora Medina  
Vocal: I.Q. Víctor Manuel Guerrero Grapañá  
Secretario: I.Q. Salvador Gallegos Ramales  
Suplente: I.Q. Fernando Herrera Juárez  
Suplente: I.Q. Arturo E. Méndez Gutiérrez*

ATENTAMENTE  
"LO HUMANO ES JE DE NUESTRA REFLEXION"  
México, D.F., 13 de Junio de 1997

*Ing. Magín Enrique Juárez Villar  
Jefe de Carrera*

*tem*

**Al milagro de la amistad que apareció en Blanca**

## **DEDICATORIA**

### ***A nuestros padres:***

**Manuel Ramírez Jiménez  
Bertha Montaño Rasgado**

**Angel Soto Ríos  
Ma. de los Angeles Ríos R.**

**Por ser lo mejor que tenemos en la vida**

### ***A nuestros hermanos:***

**Por ser un ejemplo a seguir**

### ***A nuestros primos y sobrinos:***

**Por todos los momentos alegres que hemos compartido**

### ***A nuestros cuñados:***

**Por compartirnos sus experiencias**

### ***A nuestros amigos y amigas***

**A todos ellos gracias**

## AGRADECIMIENTOS

***A todos los profesores:***

Por ser la base de la formación

***Al honorable jurado:***

Por su atención en la revisión del trabajo y por haber aceptado dicha responsabilidad

A todas aquellas personas e instituciones que directa o indirectamente colaboraron en la realización del presente trabajo.

A nuestra escuela FES-ZARAGOZA-UNAM.

## **RECONOCIMIENTO**

**Al Ing. Químico Víctor Manuel Guerrero Grapaín  
Por su paciencia y su valiosa asesoría para el desarrollo de este trabajo.**

## CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3

### CAPÍTULO PRIMERO TERMINOS TECNICOS Y DEFINICIONES

1.1 Ciclo de almacenamiento y distribución de combustible	4
1.1.1 Terminales	4
1.1.2 Autotánques	4
1.1.3 Estaciones de servicio	5
1.2 Ciclo de recuperación de vapores	5
1.2.1 Fases en la recuperación de vapores	6
1.2.1.1 Fase 0	6
1.2.1.1.1 Unidad de recuperación de vapores	6
1.2.1.1.2 Tecnologías	6
1.2.1.1.3 Tanques de almacenamiento	7
1.2.1.2 Fase I	8
1.2.1.2.1 Sistema de recuperación de vapores fase I	8
1.2.1.3 Fase II	8
1.2.1.3.1 Sistema de recuperación de vapores fase II	9
1.2.1.3.1.1 Sistema de balance	11
1.2.1.3.1.2 Sistema asistido por vacío con incinerador	12
1.2.1.3.1.2.1 Primer tipo	12
1.2.1.3.1.2.2 Segundo tipo	12
1.3 Normatividad Mexicana y Especificaciones	13
1.3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995	13
1.3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995	13
1.3.3 Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio	13

**CAPÍTULO SEGUNDO  
DESARROLLO DEL METODO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA EN LABORATORIO  
DE SISTEMAS DE RECUPERACION DE VAPORES**

<b>II.1 Metodologías existentes</b>	<b>14</b>
<b>II.1.1 Método del IMP</b>	<b>15</b>
II.1.1.1 Principio del método de medición	15
II.1.1.2 Medidas de preparación del equipo	16
II.1.1.3 Preparación de los vehículos para la medición	16
II.1.1.4 Procedimiento de medición	17
II.1.1.5 Procedimiento para la carga de gasolina en los vehículos	18
II.1.1.6 Medición de las emisiones básicas y las emisiones remanentes	18
II.1.1.7 Cálculo de la eficiencia de recuperación de hidrocarburos	19
II.1.1.8 Requerimientos adicionales	20
II.1.1.8.1 Instalación del sistema de recuperación de vapores	20
II.1.1.8.2 Temperatura de trabajo	20
II.1.1.8.3 Conexiones de medición	20
II.1.1.8.3.1 Puertos de muestreo	20
II.1.1.9 Equipo de medición	21
II.1.1.10 Condiciones técnicas generales para el sistema de recuperación de vapores	23
II.1.1.10.1 Flujo de combustible	23
II.1.1.11 Selección de la flotilla vehicular	23
<b>II.1.2 Método del TUV</b>	<b>25</b>
<b>II.1.3 Método del CARB</b>	<b>25</b>
II.1.3.1 Prueba de durabilidad	25
II.1.3.2 Evaluación de la eficiencia	26
II.1.3.3 Supervisión	26
<b>II.2 Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995</b>	<b>27</b>

II.2.1 Eficiencia en laboratorio	27
II.2.2 Tasa volumétrica	27
II.2.2.1 Cálculo	27
II.2.3 Eficiencia en sitio	28
II.2.4 Tuberías de vapores y venteo	28
II.2.5 Pistola de despacho	28
II.2.6 Fase I en autotanques	28
II.2.7 Fase II en estaciones de servicio	29
II.2.8 Pruebas de hermeticidad y de obstrucción	29
II.2.9 Unidad de procesamiento de vapores excedentes	29

**CAPITULO TERCERO**  
**ESPECIFICACIONES PARA FABRICACION E INSTALACION DE TANQUES DE**  
**ALMACENAMIENTO PARA LIQUIDOS INFLAMABLES Y DE TUBERIAS PARA MANEJO DE**  
**COMBUSTIBLE Y RECUPERACIÓN DE VAPORES EN ESTACIONES DE SERVICIO**

III.1 Generalidades para proyecto e instalación de tanques y tuberías	30
III.1.1 Códigos aplicables	30
III.1.2 Requerimientos generales de diseño	30
III.1.3 Accesorios	31
III.1.4 Instalación	32
III.2 Fabricación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables	32
III.2.1. Características de los tanques	32
III.2.2. Materiales de fabricación.	32
III.2.3. Dimensiones y capacidades para tanques metálicos.	33
III.2.4. Placas de desgaste	33
III.2.5. Conexiones de tuberías (boquillas).	34
III.2.6. Entrada de hombre.	35
III.2.7. Dispositivo de purga.	35
III.2.8. Pruebas de fabricación.	35
III.2.9. Protección anticorrosiva interna.	35
III.3 Instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables	36

III.3.1 Excavaciones.	36
III.3.2 Colocación.	36
III.3.3 Pruebas de hermeticidad.	37
III.3.4 Detección de fugas.	37
III.3.5 Tanques superficiales	39
III.3.5.1 Generalidades.	39
III.3.5.2 Requerimientos de fabricación.	40
III.3.5.3 Pruebas de fabricación.	40
III.3.5.4 Boquillas para venteo.	40
III.3.5.5 Entrada de hombre.	41
III.3.5.6 Pintura en tanques superficiales.	41
III.4 Tuberías	41
III.4.1 Sistema para manejo de productos	41
III.4.2 Sistema para recuperación de vapores	42
III.4.3 Sistema para recuperación de vapores para estaciones de servicio	42
III.4.4 Tuberías de producto, recuperación de vapores y líneas de ventilación	43
III.4.4.1 Materiales de fabricación	43
III.4.4.2 Conexión de tuberías	44
III.4.4.3 Excavaciones	44
III.4.4.4 Trincheras	44
III.4.4.5 Diámetros	45
III.4.4.6 Líneas de ventilación	45
III.4.4.7 Tuberías de llenado de tanque	47
III.4.4.8 Líneas de distribución	47
III.4.4.9 Sifones	47
III.4.4.10 Protección para tuberías metálicas	48
III.4.4.11 Pruebas de hermeticidad	48
III.4.4.12 Pruebas hidrostática	48
III.4.4.13 Prueba neumática	49
III.4.4.14 Detección de fugas	50

**CAPITULO CUARTO**  
**PROYECTO DE NORMA:**  
**DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES**  
**DE SERVICIO**

IV.1 Requerimientos y especificaciones para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.	51
IV.1.1 Selección de sitios.	51
IV.2 Requerimientos para el diseño y construcción de estaciones de servicio	54
IV.2.1 Generalidades	54
IV.2.1.1 Requerimientos de ubicación para estaciones de servicio.	54
IV.2.2 Lineamientos	55
IV.2.2.1 Proyecto ejecutivo	55
IV.2.3 Sistema de almacenamiento.	56
IV.2.3.1 Tanques de almacenamiento.	56
IV.2.3.1.1 Tanques subterráneos	56
IV.2.3.1.2 Tanques superficiales	56
IV.2.3.2 Accesorios complementarios.	57
IV.2.3.3 Excavaciones.	57
IV.2.3.4 Instalación.	57
IV.2.4 Sistemas de distribución del producto.	58
IV.2.4.1 Garantía	58
IV.2.4.2 Instalación	59
IV.2.5 Sistema de recuperación de vapores y líneas de venteo.	59
IV.2.5.1 Protección para tuberías metálicas.	60
IV.2.6 Servicio de aire y agua	60
IV.2.6.1. Instalación	60
IV.2.7 Sistema de drenaje.	60
IV.2.8 Trampa de combustible	61
IV.2.9 Sistema eléctrico	61
IV.2.9.1 Detección electrónica de fugas	61
IV.2.9.2 Sellos eléctricos a prueba de explosión	62
IV.2.9.3 Interruptores de emergencia	62
IV.2.9.4 Sistemas de conexión a tierra	62

IV.2.9.5 Sistemas de iluminación	62
IV.2.9.6 Alumbrado de emergencia	63
IV.2.10 Dispensarios	63
IV.2.11 Equipo contra incendio.	63
IV.2.12 Circulaciones, accesos y salidas.	63
IV.2.13 Señalamientos.	63
IV.2.14 Areas verdes.	63
IIV.3 Operación, seguridad y mantenimiento.	64
IV.3.1 Generalidades	64
IV.3.2 Tanques de almacenamiento.	64
IV.3.2.1 Pruebas de hermeticidad.	64
IV.3.2.2 Retiro definitivo de tanques de almacenamiento en operación.	65
IV.3.2.3 Suspensión temporal de operación de tanques de almacenamiento.	66
IV.3.2.4. Capacidad máxima de llenado.	66
IV.3.3 Manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en el almacenamiento y operación	67
IV.3.3.1 En el mantenimiento	67
IV.3.3.1.1. Residuos generados en la limpieza de los tanques de almacenamiento.	67
IV.3.3.1.2 Residuos generados en la limpieza de las instalaciones	67
IV.3.3.2 En la operación.	67
IV.3.3.2.1 Por la prestación de servicio	67
IV.3.3.2.2 Por el cambio de equipo.	68
IV.3.4 Tuberías para conducción de producto, recuperación de vapores y venteo	68
IV.3.4.1 Pruebas de hermeticidad	68
IV.3.4.2 Retiro definitivo de tuberías de operación	68
IV.3.4.3 Suspensión temporal de operación de tuberías	69
IV.3.5 Sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico	69
IV.3.5.1 Generalidades	69
IV.3.5.2 Sistema de control de inventarios.	70
IV.3.5.3 Detección electrónica de fugas	70
IV.3.6 Válvulas de corte rápido en dispensarios	70
IV.3.7 Instalación eléctrica	70
IV.3.8 Equipo contra incendios	70

IV.3.9 Drenajes y trampas de combustibles.	71
IV.3.10 Señalamientos	71
IV.3.11 Lavado y limpieza de áreas.	72
IV.3.12 Recepción de autotanques y descarga de combustibles.	72
IV.3.13 Despacho de combustibles	73
IV.3.14 Control de derrames	73
IV.3.15 Circulaciones de vehículos	74
IV.3.16 Medidas de seguridad para las estaciones de servicio cercanas a los sistemas de transporte colectivo.	74
IV.3.17 Programa interno de protección civil.	75
IV.3.17.1 Capacitación y adiestramiento	75
IV.4 Mejoras de instalaciones existentes	76
IV.5 Desmantelamiento de instalaciones	76

## CAPITULO 5

### ANÁLISIS DE LAS NORMAS, DE LAS ESPECIFICACIONES Y DEL PROYECTO DE NORMA EN MATERIA DE ESTACIONES DE SERVICIO O GASOLINERAS

V.1 Normatividad mexicana existente en materia de estaciones de servicio	77
V.1.1 Norma oficial mexicana NOM-092-ECOL-1995	77
V.1.1.1 Recomendaciones	78
V.1.2 Norma oficial mexicana NOM-093-ECOL-1995	78
V.1.2.1 Monitoreo de emisiones en el procesador de vapores	79
V.1.2.1.1 Procedimiento de análisis de emisiones	85
V.1.2.1.2 Ventajas del monitoreo	85
V.1.2.2 Propuesta del método para evaluar la eficiencia de laboratorio de SRV's	86
V.1.2.2.1 Flotilla vehicular	86
V.1.2.2.2 Espacio ocupado por vapores de gasolina en el tanque de almacenamiento	87
V.1.2.2.3 Equipo para el punto de prueba número 1	87
V.1.2.2.3.1 Línea de muestreo para el "boot"	87
V.1.2.2.3.2 Otros accesorios para el muestreo	87
V.1.2.2.3.3 Instrumentos	87

V.1.2.2.4 Equipo para el punto de prueba numero 2	88
V.1.2.2.4.1 Accesorios	88
V.1.2.2.4.2 Condiciones	88
V.1.2.2.4.3. Otros accesorios para el muestreo	89
V.1.2.2.4.4. Instrumentos	89
V.1.2.2.5 Parámetros necesarios para el cálculo de la eficiencia de recuperación de vapores y de la tasa volumétrica	90
V.2 Especificaciones para la fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y de tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras	92
V.3 Proyecto de Norma Oficial Mexicana para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio	93

CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXO	104

## RESUMEN

Capítulo primero cuenta con material general e indispensable para comprender el ciclo de almacenamiento y distribución de combustibles, las tres fases de recuperación de vapores (fase 0, fase I y fase II) involucradas en este y las diferentes tecnologías<sup>A</sup> de recuperación de vapores existentes en la fase 0. A continuación se da una breve descripción de las tres fases:

- Fase 0: Recuperación de vapores originados en la transferencia de combustible de la terminal de distribución de PEMEX - Refinación hacia el autotanque. Estos vapores son enviados a la Unidad de Recuperación de Vapores en donde son procesados por condensación.
- Fase I: Recuperación de vapores originados en la transferencia de combustible del autotanque al tanque de almacenamiento de la estación de servicio (gasolineras). Estos vapores son enviados al carrotanque.
- Fase II: Recuperación de vapores originados en la transferencia de combustible del tanque de almacenamiento de la estación de servicio al tanque del vehículo automotor. Estos vapores son enviados al tanque de almacenamiento de la estación de servicio.

En el capítulo segundo se mencionan las metodologías más importantes empleadas para la evaluación de la eficiencia de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio a nivel laboratorio. En este capítulo se pone especial énfasis al método desarrollado por el IMP debido a que es la base de la normatividad mexicana, específicamente la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, que establece el Método de prueba para evaluar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina a nivel laboratorio en estaciones de servicio comerciales y de autoconsumo. Además se contempla los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's en estaciones de servicio ubicadas en el valle de México.

En el capítulo tercero se presentan las especificaciones para instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y tuberías para el manejo de combustibles y recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras.

En el capítulo cuarto se presenta el proyecto de Norma Oficial Mexicana donde se establecen los requisitos técnicos para todo el territorio nacional, para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones servicio o gasolineras.

En el capítulo quinto en base a las Normas Oficiales Mexicanas presentadas en el capítulo II, se realiza un análisis de la normatividad existente en materia de estaciones de servicio o gasolineras y se proponen mejoras complementarias. Además se realiza un análisis cualitativo de las especificaciones presentadas en el capítulo III y del proyecto de Norma descrita en el capítulo IV con la finalidad de hacer énfasis en la importancia de aprobación de dicho proyecto de Norma.

<sup>A</sup> No se profundiza en el estudio de las tecnologías existentes en la fase 0 debido a la gran extensión del tema

## INTRODUCCION

En la actualidad la contaminación ambiental es uno de los problemas mas importantes a los que se enfrentan las grandes ciudades, ya que con el paso del tiempo y el aumento de la población este va tornándose un enemigo mortal para todo ser viviente. En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) la contaminación del aire es un problema actual serio; se le ha atribuido en gran medida a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's), entre ellos los provenientes de las operaciones de distribución y venta de combustibles en las estaciones de servicio o gasolineras. Estos COV's son los contaminantes principales del aire y son altamente reactivos en la formación de ozono.

Debido a la falta de normatividad al respecto las autoridades solicitaron al IMP la realización de estudios en la materia. En base a estos estudios, el IMP colaboro en la elaboración de las NOM-092-ECOL-1995 y NOM-093-ECOL-1995. La NOM-092-ECOL-1995 establece los requerimientos para instalar un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y controlar las emisiones de los vapores de gasolina producidos en las operaciones de transferencia de combustibles en las estaciones de servicio, que de otra manera serian emitidos libremente a la atmósfera, conocidos como sistema de recuperación de vapores (SRV's), y la NOM-093-ECOL-1993 describe el método de prueba para determinar la eficiencia de sistema de recuperación de vapores de gasolina a nivel laboratorio en estaciones de servicio.

Con el objeto de evitar la contaminación de la atmósfera, del suelo y mantos freáticos por fugas en tuberías y tanques de almacenamiento, Pemex publico las Especificaciones para Fabricación e Instalación de Tanques de Almacenamiento para Líquidos inflamables y de Tuberías para manejo de Combustibles y Recuperación de Vapores en estaciones de servicio.

Posteriormente, a falta de Normatividad en el área de operación, seguridad y mantenimiento en estaciones de servicio se presenta el proyecto de Norma Oficial Mexicana para el diseño, construcción seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio, siendo complemento de las normas antes mencionadas, de este modo se da solución a problemas de contaminación e incidentes que se pueden presentar en una estación de servicio.

## OBJETIVOS

### GENERAL

- Efectuar un análisis de la Normatividad Oficial Mexicana<sup>2</sup> existente en materia de estaciones de servicio o gasolineras a nivel Nacional con la finalidad de proponer mejoras complementarias.

### PARTICULARES

- Analizar cada una de las Normas Oficiales que regulan la instalación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras.
- Realizar un análisis cualitativo de las Especificaciones Generales para Instalación de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y tuberías para manejo de productos y recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras.
- Analizar de forma cualitativa el Proyecto de Norma para el diseño, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.

<sup>2</sup> Debido a la gran extensión del tema de estudio el objetivo general solo contempla el análisis de las normas NOM-092-ECOL-1995 y NOM-093-ECOL-1995.

## **CAPITULO PRIMERO TERMINOS TECNICOS Y DEFINICIONES**

### **1.1 Ciclo de almacenamiento y distribución de combustible**

*Este ciclo se integra de tres etapas principales, en una primera etapa se ven involucradas las instalaciones de terminales, agencias de ventas y ductos de transporte, en una segunda etapa son transferidos los productos petrolíferos en grandes cantidades por medio de unidades móviles denominadas autotanques y carrotanques, hacia las terminales destinadas al suministro de combustibles al público, comúnmente denominadas estaciones de servicio que integran la última etapa. Ver figura 1.*

#### **1.1.1 Terminales**

*Una terminal se integra de dos instalaciones principales: Área de almacenamiento y área de distribución de combustibles.*

**Área de almacenamiento:** Es aquella donde se ubican los tanques de almacenamiento del tipo vertical que contienen los diferentes combustibles, desde donde son bombeados hacia el área de distribución.

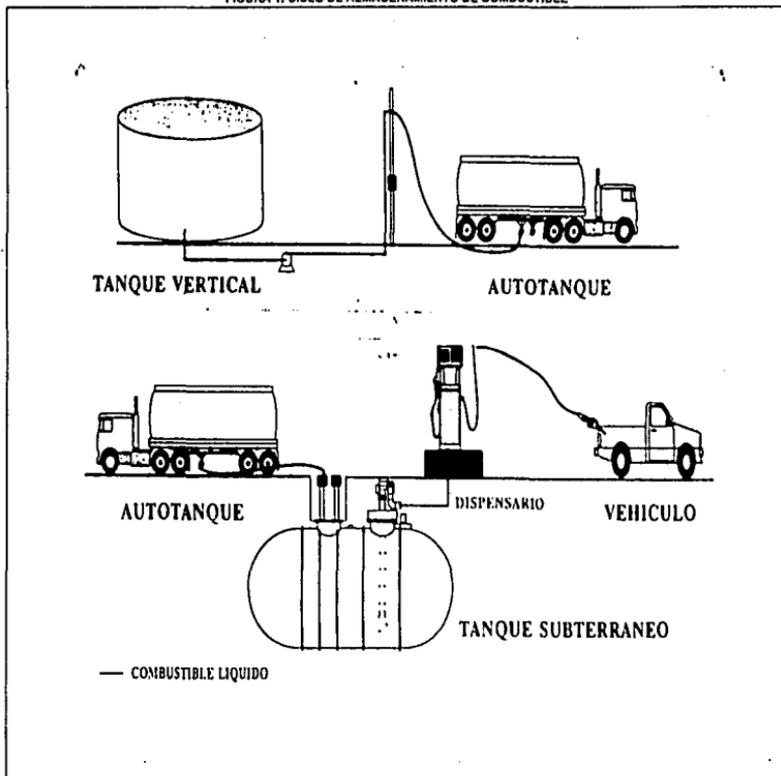
**Área de distribución:** Es el conjunto de islas dispuestas de manera estratégica para el suministro de combustible a los autotanques. Estas están integradas por un número variado de llenaderas.

**Llenadera de autotanques:** Instalación donde se realiza el suministro de combustibles a los autotanques para su distribución, esta constituida de estructuras, tuberías, accesorios e instrumentos de medición. El número de llenaderas o posiciones de llenado de una terminal varía de 4 hasta 47 llenaderas en nuestro país.

#### **1.1.2 Autotanques**

**Autotank:** Vehículo automotor destinado y acondicionado con los dispositivos necesarios para transportar y suministrar combustibles a las estaciones de servicio. Estos deben disponer de los dispositivos para efectuar la recuperación de vapores durante su abastecimiento a la terminal y su descarga posterior en la estación de servicio. Las capacidades varían de 15 000 a 50 000 litros.

FIGURA 1: CICLO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE



Hay dos clases de autotanques de diseños diferentes. Primero los autotanques en que el producto se transporta esencialmente a la presión atmosférica y, en segundo lugar, los autotanques en que el producto se transporta a presión relativamente alta.

### **1.1.3 Estaciones de servicio**

Las estaciones de servicio se clasifican en ocho tipos característicos de acuerdo a su ubicación y al sector por atender, de los cuales se mencionan los dos grupos principales:

**Estaciones de servicio comerciales:** El establecimiento destinado a la venta de gasolinas y diesel al público en general suministrándolos directamente de depósitos confinados a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes.

**Estaciones de servicio de autoconsumo:** El establecimiento destinado para el despacho de gasolinas y diesel, así como de aceites y grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, que se suministran directamente de depósitos confinados a los tanques de dichos vehículos.

**Pruebas de hermeticidad:** Métodos utilizados para comprobar la inexistencia de fugas de hidrocarburos en las estaciones de servicio.

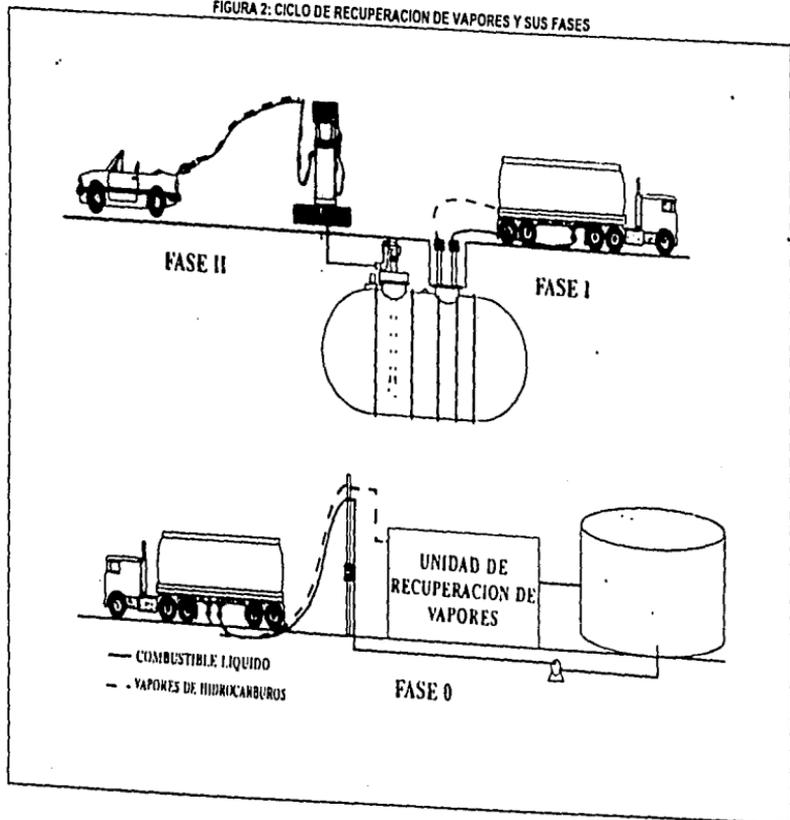
**Especificaciones técnicas:** Las especificaciones generales vigentes para proyecto y construcción de estaciones de servicio elaboradas por Pemex - Refinación.

### **1.2 Ciclo de recuperación de vapores.**

**Sistema de recuperación de vapores en sus tres fases:** Es el conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y controlar las emisiones de los vapores de gasolina producidos en las operaciones de transferencia de este combustible en las estaciones de servicio, que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. El control de las emisiones de vapores de gasolina en las estaciones de servicio se dividen en dos fases denominadas **Fase I** y **Fase II**. Los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque y finalmente se llevan a la terminal de distribución de PEMEX, para su tratamiento y recuperación final. A esta etapa se le denomina **Fase 0**.

En la figura 2 se ilustran las tres fases involucradas en la recuperación de vapores.

FIGURA 2: CICLO DE RECUPERACION DE VAPORES Y SUS FASES



## **1.2.1 Fases en la recuperación de vapores**

### **1.2.1.1 Fase 0**

Es la etapa en la recuperación de vapores en la cual ocurre la recolección y recirculación de los vapores de gasolina originados por la transferencia de combustible del tanque de almacenamiento de la terminal de distribución hacia el autotanque. Estos vapores son transferidos a la unidad de recuperación de vapores la cual puede operar bajo diferentes principios.

#### **1.2.1.1.1. Unidad de recuperación de vapores**

Consiste en la instalación de accesorios y equipos destinados a la recuperación y control de las emisiones de vapores de gasolina, generados durante la transferencia del combustible del tanque de almacenamiento de la terminal de distribución hacia el autotanque. Los vapores recuperados son conducidos desde cada posición de llenado de autotanque a traves de un cabezal de tubería hacia la unidad de recuperación de vapores. Por tanto implica la recolección, recuperación y recirculación de los vapores desplazados por el bombeo de los diferentes combustibles manejados (magna sin, diesel, etc.)

#### **1.2.1.1.2 Tecnologías**

Existen seis tecnologías conocidas para efectuar la recuperación de vapores en las terminales, las cuales se mencionan a continuación:

- a) **Adsorción - Desorción - Absorción:** Consiste en el tratamiento de vapores de gasolina a través de camas de carbón activado, de donde son desorbidos y recuperados en gasolina líquida para su recirculación al tanque de almacenamiento de combustible de menor calidad de la terminal.
- b) **Saturación - Almacenamiento - Compresión - Absorción:** Es un proceso de recuperación de vapores basado en la saturación de la mezcla aire - hidrocarburos con gasolina fresca. Implica una etapa de almacenamiento de los vapores en un tanque amortiguador para su posterior compresión fuera de los límites de explosividad. Los líquidos condensados son recuperados en gasolina fresca y conducidos a través de una línea de recirculación hacia el tanque de almacenamiento de la terminal. Los vapores no recuperados son incinerados por medio de un quemador de alta eficiencia.
- c) **Sistema Criogénico:** Consiste en dos etapas de refrigeración, en la primera los vapores de gasolina son llevados hasta una temperatura de 35 °F a través de un serpentín, por el cual circula el refrigerante R-22 (del tipo hidroc fluorocarbonos). En un segundo serpentín en el

que circulan los refrigerantes R-23 (del tipo hidroclorofluorocarbonos) y HP-62 la temperatura desciende a -100 °F. La segunda etapa involucra el uso de nitrógeno líquido a través de un tercer serpentín a fin de descender la temperatura hasta -180 °F si se requieren emisiones a la atmósfera menores.

- d) **Refrigeración con propano:** Es el proceso de recuperación de vapores que involucra el enfriamiento de los vapores de gasolina a través de un serpentín que conduce gas propano a una temperatura de -35 °F con objeto de recuperar los condensados en una corriente de gasolina fresca.
  
- e) **Absorción - Evaporación instantánea - Absorción:** Este proceso se divide en tres etapas para la recuperación de vapores de gasolina. En la primera etapa los vapores son absorbidos por un líquido selectivo en una torre de platos, la corriente de salida de esta torre es alimentada a una columna de vaporización instantánea de dos cámaras conectadas en serie, en estas se separan los hidrocarburos del líquido selectivo, el cual es recirculado a la primera. Los vapores que salen de la columna de vaporización se recuperan en una columna de absorción por medio de una corriente de gasolina fresca y son conducidos a un tanque de almacenamiento.
  
- f) **Criogénico - Termo oxidación:** Esta tecnología combina los procesos de refrigeración mecánica y la termo oxidación o incineración de los vapores excedentes. Los vapores provenientes del cabezal pasan a través de un serpentín de pre - enfriamiento que reduce la temperatura hasta 4 °C. El agua y el hidrocarburo condensados pasan a un recipiente a presión donde se almacenan. El proceso de refrigeración emplea dos serpentines que operan a una temperatura media de - 34 °C. Un serpentín siempre esta en línea y el otro esta en deshielo. Los vapores condensados son drenados desde el serpentín que se encuentra en operación hasta un recipiente secundario. Este sistema esta provisto de dos bombas una destinada para la evacuación del agua y la otra para el bombeo de hidrocarburos condensados. El termo oxidador opera a una temperatura de 872 °C, asegurando que el vapor de gasolina entrante reside por lo menos un segundo, con el fin de presentar una emisión a la atmósfera menor a 10 ppm.

#### **1.2.1.1.3 Tanques de almacenamiento**

**Tanques verticales de techo fijo:** Estos tanques pueden almacenar productos cuya presión de vapor Reid (PVR) no llegue a 0.169 kg/cm<sup>2</sup> (2.4 lb/pulg<sup>2</sup>) y que por lo tanto, se almacenen

prácticamente a presión atmosférica y no ofrezcan mayores riesgos por la cantidad de vapores que se desprendan en estas condiciones.

**Tanques verticales con techo flotante:** Estos tanques pueden almacenar productos cuya presión de vapor se encuentre entre  $0.169 \text{ kg/cm}^2$  ( $2.4 \text{ lb/pulg}^2$ ) y  $1 \text{ kg/cm}^2$  ( $14.2 \text{ lb/pulg}^2$ ). Este techo está diseñado del tal forma que le permite flotar sobre el líquido almacenado evitando los grandes volúmenes de gases y vapores que existen en los tanques de techo fijo.

#### **1.2.1.2 Fase I**

Es una etapa en la recuperación de vapores basada en la recolección de vapores de gasolina originados por la transferencia de combustible desde el autotanque hacia el tanque de almacenamiento de la estación de servicio. Los vapores recuperados son transportados por el autotanque hasta la terminal de distribución.

La recuperación de vapores de la fase I, puede efectuarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- **Dos puntos:** En este sistema el combustible es vaciado por una línea y los vapores son recuperados por otra.

- **Coaxial:** El tanque debe contar con un accesorio de llenado concéntrico que permita simultáneamente la recuperación de vapores del tanque de almacenamiento y de la descarga de combustible del autotanque.

##### **1.2.1.2.1 Sistema de recuperación de vapores fase I**

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de vapores de gasolina durante la transferencia de combustible del autotanque al tanque de almacenamiento de la estación de servicio. Los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento al autotanque y finalmente se llevan a la terminal de distribución de PEMEX, para su procesamiento.

#### **1.2.1.3 Fase II**

Es la etapa en la recuperación de vapores basada en la recolección de vapores de gasolina originados por la transferencia de combustible desde el tanque de almacenamiento a la estación de servicio hacia el tanque de almacenamiento del vehículo automotor. Los vapores recuperados

son conducidos desde la pistola de despacho del dispensario del combustible hasta el tanque de almacenamiento de la estación de servicio.

#### **1.2.1.3.1 Sistema de recuperación de vapores fase II**

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de gasolina generados durante la transferencia del combustible del tanque de almacenamiento al vehículo automotor. Los vapores recuperados son transferidos desde el tanque del vehículo hacia el tanque de almacenamiento. En su caso los vapores excedentes que no puedan ser recuperados son incinerados mediante un sistema de procesamiento de vapores para evitar su emisión a la atmósfera.

**Método de medición de captura total de vapores:** Métodos de medición de vapores de gasolina recuperados que se basa en la recolección en un dispositivo llamado captador de vapores a través de un adsorbedor de carbón activado, de aquellas emisiones de vapores de gasolina del tanque del vehículo automotor, las cuales no han sido recolectadas por el SRV's. El cambio en el peso del adsorbedor corresponde a las emisiones de vapores de gasolina del vehículo automotor **ver figura 3.**

**Eficiencia de laboratorio:** Es un parámetro que indica el porcentaje de gasolina debido a la acción de un SRV's que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. Se evalúa estando el sistema instalado en el laboratorio de prueba (IMP) por el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995.

**Captador de vapores:** El dispositivo diseñado especialmente para efectuar la captura de vapores de gasolina durante el despacho de gasolina al vehículo, **ver figura 3.**

**Tasa volumétrica vapor/líquido:** Es la relación entre el volumen de vapores recuperado y el volumen de combustible cargado al tanque de automotor, multiplicado por cien y medida inmediatamente junto a la pistola de despacho de combustible durante el llenado del tanque del vehículo.

**Emisiones básica:** Las emisiones de vapores de gasolina a la atmósfera durante el llenado del tanque de gasolina de un vehículo automotor, sin que la estación de servicio cuente con un sistema de recuperación de vapores.

**Emissiones remanentes:** Las emisiones de vapores de gasolina a la atmósfera durante el llenado del tanque de gasolina de un vehículo automotor con un sistema de recuperación de vapores instalado en la estación de servicio.

**Unidad de procesamiento de vapores excedentes:** Es un componente del sistema de recuperación de vapores que evita la emisión a la atmósfera de los vapores recuperados por el mismo que excedan la capacidad del tanque.

**Pistola de despacho:** Es un dispositivo para suministrar y regular el flujo de combustible, localizado en la parte terminal de las mangueras provenientes del dispensario suministrador y se inserta en la bocatoma del tanque de almacenamiento de combustible del vehículo automotor, ver figura 3.

**Línea de retorno de vapores:** Es un conjunto de conexiones y accesorios destinados a interconectar el tanque de almacenamiento con el dispensario del combustible y en su caso con el procesador de vapores excedentes, a fin de conducir hacia el tanque los vapores recuperados.

**Líneas de conducción del líquido:** Es el conjunto de conexiones y accesorios que interconectan el tanque de almacenamiento y el dispensario para el manejo de combustible. Deben cumplir con el principio de doble contenedor y pueden ser de los materiales que se especifican a continuación para cada uno de los contenedores:

**Contenedor primario/Contenedor secundario**  
Acero al Carbón/Polietileno de alta densidad  
Acero al Carbón/Fibra de vidrio  
Fibra de vidrio/Fibra de vidrio  
Material termoplástico/Polietileno de alta densidad

**Bocatoma de llenado:** Parte terminal del vehículo automotor a través del cual se suministra el combustible.

**Bomba sumergible:** Dispositivo en el cuerpo del tanque de almacenamiento destinado para el suministro de combustible al dispensario mediante un sistema de control remoto.

**Manguera coaxial:** Dispositivo de llenado concéntrico que permite simultáneamente la recuperación de vapores del tanque del vehículo y el suministro de combustible al mismo. Existen

dos tipos de mangueras coaxial que son: Estándar e invertida. En otras palabras una manguera coaxial es una manguera contenida dentro de otra.

**Manguera coaxial estándar:** Es aquella manguera en la que el combustible fluye por la manguera inferior y los vapores a recuperar circulan por la manguera exterior. Su fabricación está basada en un material termoplástico de tipo corrugado. Su principal desventaja es su poca resistencia a la presión radial.

**Manguera coaxial invertida.** Es aquella manguera en la que el combustible circula por la manguera exterior y los vapores a recuperar fluyen por la manguera interior. A diferencia de la manguera coaxial estándar, esta es fabricada con un material mas resistente a la presión radial.

**Eficiencia "In situ":** Es un parámetro que indica el porcentaje de control de gasolina debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores. Se determina mediante la evaluación integral de las emisiones generadas por la descarga de gasolina del tanque de almacenamiento al tanque del vehículo, además de las emisiones generadas en los tanques de almacenamiento y en su caso, a través de las unidades de procesamiento de vapores de gasolina excedentes. Dicha eficiencia será evaluada con el procedimiento y equipo previstos en la Norma Oficial Mexicana que se expida para tal efecto.

A continuación se presentan dos tipos de sistemas para la fase II.

#### **1.2.1.3.1.1 Sistema de balance.**

Es un sistema de recuperación de vapores en el que no existe dispositivo alguno que favorezca el retorno de vapores al tanque de almacenamiento de combustible de la estación de servicio y en el cual no se incluye un procesador de vapores. Es decir donde por cada litro de combustible suministrado al tanque del vehículo automotor, corresponde un volumen igual de gasolina que son retornados al tanque de almacenamiento de la estación de servicio, con este comportamiento, el vapor de la tasa volumétrica vapor/líquido, no excede del 100%. En este tipo de sistemas, el exceso de vapores acumulado al tanque es ventileado a la atmósfera.

Es indispensable lograr un sello entre el fuelle de la pistola y la bocanoma del tanque del vehículo automotor, ya que solo así se logra una tasa volumétrica del 100%, lo que en la práctica garantiza el funcionamiento adecuado del sistema.

La desventaja de este sistema se debe a la dificultad de lograr el sello perfecto entre la pistola y la bocatoma del tanque del vehículo.

**1.2.1.3.1.2 Sistema asistido por vacío con Inclinerador.** Es un sistema de recuperación de vapores el cual incluye un dispositivo de succión que favorece el retorno de vapores al tanque de almacenamiento y un procesador para los vapores excedentes. En función de la ubicación de los dispositivos de succión, los sistemas asistidos por vacío se clasifican en dos tipos: primer tipo aquel en el que el dispositivo de succión se ubica dentro del procesador de vapores y el segundo tipo aquel en el que el dispositivo de succión se ubica fuera del procesador de vapores.

#### **1.2.1.3.1.2.1 Primer tipo**

El primer tipo funciona en un rango de presión negativa de 3.0 a 3.3 pg de columna de agua. El vacío es producido por una turbina donde los vapores son succionados a través de una serie de orificios localizados en el extremo final de la pistola pasando a través de la manguera coaxial estándar.

#### **1.2.1.3.1.2.2 Segundo tipo.**

El tipo funciona a una presión positiva máxima de 0.7 pg de columna de agua. El vacío es generado por una bomba recíproca donde los vapores son succionados a través de una serie de orificios localizados en el extremo final de la pistola impidiendo que escapen a la atmósfera, pasando a través de la manguera coaxial invertida. En este sistema los vapores son enviados una parte al tanque subterráneo y otra al procesador de vapores. El procesador de vapores opera sólo cuando existe un exceso en el tanque de almacenamiento, también es controlado por una válvula de presión/vacío, como una medida de seguridad.

En este tipo de sistemas el exceso de vapores acumulado en el tanque es enviado al procesador de vapores. Estos sistemas alcanzan tasas volumétricas, mayores al 140% lo que implica que se tiene una cantidad de vapores en exceso. Este tipo de sistemas han sido seleccionados por presentar altas eficiencias y no requerir el sello entre la pistola y la bocatoma del tanque del vehículo.

### **1.3 Normatividad Mexicana y Especificaciones**

#### **1.3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995**

Establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el valle de México.

#### **1.3.2. Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995.**

Establece el método de prueba para evaluar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y autoconsumo. El método se aplica en la certificación de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina.

#### **1.3.3 Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio**

Especificaciones para fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en las Estaciones de Servicio.

#### **1.3.4 Proyecto de Norma Oficial Mexicana para el Diseño, Construcción, Operación, Seguridad y Mantenimiento de Estaciones de Servicio.**

De aprobarse, aplicará para todo el territorio nacional para los propietarios y administradores de las estaciones de servicio, así como para los responsables de su operación y los que pretendan establecerlas.

## CAPÍTULO SEGUNDO

### DESARROLLO DEL MÉTODO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA EN LABORATORIO DE SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

#### II.1 Metodologías existentes

Debido a que las autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) requirieron de la existencia de un método y normatividad que regulara la evaluación de la eficiencia a nivel laboratorio del SRV's correspondientes a sus fase I y II, se hizo necesaria la revisión de normas internacionales existentes en este ámbito. Por lo anterior, el IMP efectuó la revisión de los métodos del CARB y del TUV y derivado de este estudio surgió el método del IMP, el que a su vez sentó las bases para elaborar las normas oficiales mexicanas NOM-092-ECOL-1995 y NOM-093-ECOL-1995. Este método de medición de captura total de vapores de gasolina, también conocido como método del IMP, establece los parámetros para evaluar los SRV's destinados a ser instalados en estaciones de servicio.

La Dirección de Ecología del Departamento del Distrito Federal (DDF) en conjunto con la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado México publicó el 2 de junio de 1994 la convocatoria con clave SEEM-DE/SRV-1994-01, en la que se establecen los requisitos que deben cumplir las empresas que suministren e instalen SRV's en las estaciones de servicio de la ZMCM, misma que estableció como institución autorizada para la realización de las pruebas al IMP quien extenderá una constancia de la evaluación realizada al SRV's del que se desea obtener la autorización correspondiente. Dichos requisitos son los siguientes:

- Debe tratarse de SRV's asistidos por vacío.
- Tener una eficiencia de recuperación promedio mayor al 90% comprobable en el Módulo de Investigación para Estaciones de Servicio IMP.
- Tener una tasa volumétrica vapor/liquido mayor o igual a 100 y menor o igual al 190%, como promedio de la prueba realizada en el Módulo de Investigación para Estaciones de Servicio IMP.
- El SRV's no debe provocar una presión mayor a una pulgada de columna de agua en los tanques de almacenamiento de combustible de la estación de servicio.
- La pistola de despacho de combustible deberá contener un mecanismo de cierre automático que evite el derrame y sobrellenado de los tanques de combustible de los vehículos. Dicho mecanismo se debe activar en el momento en que el tanque de almacenamiento del automotor alcance los límites de capacidad de llenado. Así mismo, los conductos de la pistola de despacho

- no deberán contener fueles de plástico u otros materiales de baja resistencia, ya que estos se dañan fácilmente y con esto disminuye la eficiencia del sistema.
- Todos los componentes del SRV's deben operar y estar fabricados con los materiales y especificaciones establecidos en las normas oficiales mexicanas y/o en las normas del país de origen. No se aceptarán componentes que no estén normados.
- El proveedor del SRV's deberá proporcionar al IMP, las especificaciones técnicas detalladas en idioma español para el sistema y cada uno de los componentes utilizados.
- El proveedor del SRV's deberá acordar en forma conjunta con el IMP la lista de los treinta vehículos ha ser evaluados.
- Aceptar por escrito la realización del servicio y pagar el costo de la evaluación.
- Presentar ante el IMP un técnico responsable del SRV's a evaluar para su instalación y operación inicial (arranque).
- Instalar en el Módulo de Investigación para Estaciones de Servicio IMP el SRV's a evaluar incluyendo todos los equipos y accesorios que serán utilizados en una estación de servicio comercial.

NOTA: Los puntos mencionados anteriormente son necesarios para obtener la autorización por parte de la autoridad competente para la instalación del SRV's en las estaciones de servicio de la ZMCM.

#### **II.1.1 Método del IMP**

De acuerdo al método desarrollado por el IMP se originó la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, en la que se establece el procedimiento de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de SRV's destinados a ser instalados en estaciones de servicio.

##### **II.1.1.1 Principio del método de medición**

El método de medición de captura total de vapores o método "boof" es aplicable tanto para la carga convencional del vehículo automotor, como para la carga con sistemas de recuperación de vapores.

Es un método de medición gravimétrico con adsorción de los vapores de hidrocarburos en carbón activado y su pesado posterior; para la determinación del grado de recuperación de hidrocarburos

de un SRV's se requieren los parámetros de emisiones básicas (carga convencional sin sistema de recuperación de vapores) y emisiones remanentes (carga con sistema de recuperación de vapores).

En la figura 3, se muestra el esquema del método "boot" y puerto de muestreo para la cuantificación de emisiones evaporativas durante la evaluación del sistema de recuperación de vapores.

#### **II.1.1.2 Medidas de preparación del equipo**

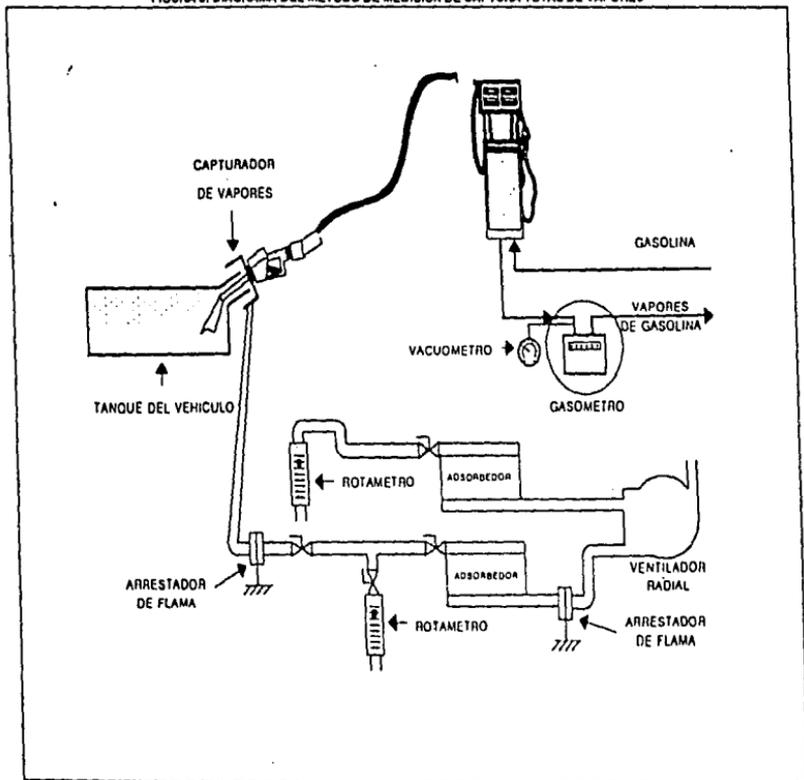
El equipo de medición deberá instalarse en un punto adecuado de la estación de servicio. Se requiere el uso de una balanza para pesar los adsorbedores, que cuente con una precisión mínima de 0.1 g.

- a) Verificar la velocidad de carga de la pistola en su posición de carga máxima. Este valor es necesario para ajustar el flujo de succión de aire del equipo de medición. El valor de la velocidad de carga de gasolina debe de estar comprendido entre 20 y 45 l/min.
- b) Multiplicar la velocidad de carga de gasolina por un factor de 1.5 y ajustar el flujo de aire en el rotámetro del equipo, para las pruebas de emisiones básicas. Para calibrar el equipo durante las pruebas de emisiones remanentes, se aplica un factor de 0.75.
- c) Se debe asegurar que los adsorbedores de medición y comparación se limpien con un flujo de aire diariamente antes de efectuar la primera medición, a fin de asegurar la adaptación de los adsorbedores a las condiciones atmosféricas del día de medición, estabilizadas para la primera medición. Es suficiente un tiempo de aireación de 20 minutos. La limpieza de los adsorbedores se debe hacer mediante aireación con el ventilador radial de alto rendimiento.
- d) Pesar los adsorbedores de medición y comparación e instalarlos en el equipo. El peso de los adsorbedores se debe tomar antes de la medición, especialmente el del adsorbedor de comparación.

#### **II.1.1.3 Preparación de los vehículos para la medición**

El acondicionamiento del tanque de gasolina del vehículo automotor debe seguir los siguientes pasos:

FIGURA 3: DIAGRAMA DEL METODO DE MEDICION DE CAPTURA TOTAL DE VAPORES



- a) Vaciar el tanque.
- b) Llenar el tanque con el combustible de la estación de servicio donde se hace la prueba.
- c) Vaciar el tanque nuevamente.
- d) Agregar combustible hasta el 20 % de la capacidad del tanque, según la capacidad especificada por el fabricante del vehículo.
- e) Tapar el tanque y dejarlo reposar durante 30 minutos, para su acondicionamiento. Esto asegura que se tenga un 90% de saturación de vapores en el interior del tanque.
- f) En caso de que el tanque del vehículo automotor venga cubierto con una puerta, ésta se debe quitar. Después del acondicionamiento del tanque, su tapón no se debe quitar hasta el momento de la medición.

#### II.1.1.4 Procedimiento de medición

Se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Colocar el equipo de medición descrito anteriormente adicionando combustible hasta el 80% de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola convencional. Esta prueba es la primera determinación de emisiones básicas ( $E_{B1}$ ).
- b) Retirar el equipo de medición y vaciar el tanque hasta un 20% de su capacidad. Tapar el tanque y esperar 30 minutos para lograr la saturación de vapores en el interior del tanque.
- c) Colocar nuevamente el equipo de medición, adicionando combustible hasta el 80% de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola con recuperación de vapores de hidrocarburos. Esta prueba es la primera determinación de emisiones remanentes ( $E_{R1}$ ).
- d) Retirar nuevamente el equipo de medición y vaciar el tanque hasta un 20% de su capacidad. Tapar el tanque y esperar otros 30 minutos para lograr la saturación de vapores hidrocarburos en el interior del tanque.
- e) Colocar nuevamente el equipo de medición, adicionando combustible hasta el 80% de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola con recuperación de vapores de hidrocarburos. Esta prueba es la segunda determinación de emisiones remanentes ( $E_{R2}$ ).
- f) Retirar el equipo de medición una vez más y vaciar el tanque a un 20% de su capacidad. Volver a tapar el tanque y esperar otros 30 minutos para lograr la saturación requerida.
- g) Por último, colocar nuevamente el equipo de medición, adicionando combustible hasta el 80% de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola convencional. Esta prueba es la segunda determinación de emisiones básicas ( $E_{B2}$ ).

#### **II.1.1.5 Procedimiento para la carga de gasolina en los vehículos**

Se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Introducir la pistola en el captador de vapores asegurándose que ésta selle perfectamente en la abertura del mismo; en caso de que no sea así, se debe utilizar un material que permita un sellado perfecto.
- b) Insertar la pistola en la bocaloma del tanque, debiéndose presionar el captador de vapores contra el vehículo automotor, asegurándose que no salga aire por los lados. La carga de gasolina debe efectuarse a toda la velocidad de la pistola. La carga de gasolina se debe interrumpir al llegar al 80% de la capacidad del tanque a fin de evitar derrames.
- c) Al terminar la carga de la gasolina, quitar inmediatamente el captador de vapores del vehículo automotor y esperar 10 segundos para cerrar la válvula eléctrica de encendido/apagado del equipo de medición.
- d) Retirar del equipo los adsorbedores de medición y comparación e inmediatamente pesarlos. Tomar la lectura de la cantidad de gasolina cargada en el dispensario y anotarla en el registro de control.
- e) Airear los adsorbedores de carbon activado después de cada medición. La aireación del adsorbedor de comparación no es necesaria después de cada medida, es suficiente hacerlo una o dos veces por día.

#### **II.1.1.6 Medición de las emisiones básicas y las emisiones remanentes**

Para todos los sistemas de recuperación de vapores de hidrocarburos se deben medir las emisiones básicas con una pistola de carga convencional OPW 11 A, en sus modalidades para gasolina con plomo y sin plomo (para gasolina con plomo el diámetro de la boquilla es de 19.05 mm (3/4 pulg) y para gasolina sin plomo es de 12.7 mm (1/2 pulg).

La pistola de carga convencional puede usarse en otro punto de descarga de la misma bomba de combustible, haciendo uso de un dispensario doble de gasolina, con las mismas condiciones que presente la bomba que tenga instalada la pistola de recuperación de vapores de hidrocarburos. La variación en el flujo de la pistola de carga convencional y la pistola del equipo de recuperación de vapores no debe exceder un valor de  $\pm 0.5$  l/min.

Las emisiones remanentes se deben medir con la pistola de carga del sistema de recuperación de vapores correspondiente. La medición de las emisiones básicas y de las remanentes se debe efectuar dos veces por cada vehículo automotor conforme a lo establecido en el procedimiento de medición.

Es necesario también hacer una determinación del correcto funcionamiento y cierre instantáneo de la pistola de despacho que evite el derrame y sobrellenado de los tanques de almacenamiento de los vehículos.

#### 11.1.1.7 Cálculo de la eficiencia de recuperación de hidrocarburos

El cálculo de la eficiencia de recuperación de vapores de hidrocarburos se debe efectuar con los promedios de los resultados de medición, relativos al volumen de combustible cargado, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\eta = \frac{E_b - E_r}{E_b} \quad (100) \quad (1)$$

O bien:

$$\eta = \frac{m_{HC}}{E_b} \quad (100) \quad (2)$$

De donde:

- ETA** = Eficiencia de recuperación de vapores de hidrocarburos (%).
- E<sub>b</sub>** = Promedio de las emisiones básicas del grupo de vehículos automotores medidos, referido al volumen de combustible cargado, expresado en gramos de vapores de hidrocarburos por litro de combustible.
- E<sub>r</sub>** = Promedio de las emisiones remanentes del grupo de vehículos automotores medidos, referido al volumen de combustible cargado, expresado en gramos de vapores de hidrocarburos por litro de combustible.

$m_{HC}$  = Promedio de la masa de hidrocarburos recuperados en el tanque de almacenamiento, referido al volumen de combustible cargado por el grupo de vehículos automotores, expresado en gramos de vapores de hidrocarburos por litro de combustible.

#### II.1.1.8 Requerimientos adicionales

##### II.1.1.8.1 Instalación del sistema de recuperación de vapores

El fabricante del sistema es el responsable de la instalación y de sus posibles fallas.

##### II.1.1.8.2 Temperatura de trabajo

Se debe realizar la prueba cuando la temperatura ambiente se encuentra por arriba de 5 °C de la temperatura promedio en invierno, para la temperatura del combustible dentro del tanque de almacenamiento no se imponen restricciones, se deben registrar las temperaturas del combustible y del aire ambiente

##### II.1.1.8.3 Conexiones de medición

###### II.1.1.8.3.1 Puertos de muestreo

Para la medición de la caída de presión y del flujo máximo o en su caso, de la tasa volumétrica, se deben preparar puertos de muestreo en el lugar adecuado del SRV's. Los puertos de muestreo deben asegurar que se recolecten solamente los vapores recuperados que se desprenden en este punto individual de bombeo, y corregir a condiciones de presión atmosférica, usando las siguientes ecuaciones:

$$P_1 V_1 = P_u V_u \quad (3)$$

$$V_u = \frac{P_1 V_1}{P_u} \quad (4)$$

$$P_1 = P_u + P \quad (5)$$

NOTA: Se emplearan las ecuaciones aplicables a gases ideales debido a las bajas presiones existentes en el SRV's.

Un parámetro importante en la evaluación del SRV's es la tasa volumétrica vapor/líquido. En cada prueba debe medirse el volumen despachado de combustible (Vg) utilizando para ello el indicador que se encuentra instalado en el dispensario.

La tasa volumétrica vapor/líquido (TV) debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$TV = \frac{V_v}{V_s} \cdot 100 \quad (6)$$

De donde:

- $P_r$  = Presión absoluta medida en el puerto de muestreo, expresada en pascales.
- $V_v$  = Volumen de vapores medido en el puerto de muestreo, expresado en metros cúbicos.
- $P_a$  = Presión atmosférica expresada en pascales (0.0785 Pa para ZMCM).
- $V_v$  = Volumen corregido, expresado en metros cúbicos.
- $P$  = Presión relativa medida en el puerto de muestreo, expresada en pascales.
- $V_s$  = Volumen de gasolina suministrada al vehículo, en metros cúbicos
- $TV$  = Tasa volumétrica vapor/líquido, expresada en %.

#### II.1.1.9 Equipo de medición

El aparato de medición para la captura total de vapores de gasolina consta del siguiente equipo básico ver figura 3.

EQUIPO	CANTIDAD
a) Medidor de flujo o rotámetro.	
b) Válvula electroneumática de encendido/apagado, incluye pedal.	
c) Capturador de vapores para emisiones remanentes de 35 cm de diámetro "boot"	

- d) Arrestador de flama.
- e) Ventilador radial de alto rendimiento.
- f) Adsorbedor de medición con carbón activado.
- g) Adsorbedor de comparación con carbón activado.
- h) Capturador de vapores para emisiones básicas de 25 cm de diámetro "boof".
- i) Capturador de vapores para emisiones básicas de 35 cm de diámetro "boof".
- j) Capturador de vapores para emisiones remanentes de 25 cm de diámetro "boof".
- k) Conexiones rápidas para el suministro de aire comprimido.
- l) Toma de corriente eléctrica a prueba de explosión.
- m) Balanza con precisión mínima de 0.1 g.
- n) Caja de conexiones eléctricas a prueba de explosión.
- o) Manómetro/Vacuómetro de -0.4 a 4 pulgadas de columna de agua.
- p) Barómetro de mercurio
- q) Termómetro con rango de -10 a 100 °C.
- r) Cronómetro

Los componentes enlistados de la (a) a la (n) están diseñados a prueba de explosión.

El aparato de medición de hidrocarburos debe tener el siguiente equipo adicional:

EQUIPO	CANTIDAD
a) Caballete de transporte de equipo.	1
b) Extintor de CO <sub>2</sub> .	1
c) Manta extintora.	1
d) Caballete de transporte para ventilador.	2
e) Caballete de transporte para equipo de medición	1

#### **II.1.1.10 Condiciones técnicas generales para el sistema de recuperación de vapores**

##### **II.1.1.10.1 Flujo de combustible**

El flujo de combustible debe ser reportado por el fabricante del sistema de recuperación de vapores y debe encontrarse entre 20 a 45 litros/minuto. La prueba del sistema de recuperación de vapores se lleva a cabo con el flujo reportado por el fabricante, pudiendo ser este menor sin quedar por abajo del mínimo establecido (20 Litros/minuto)

##### **II.1.1.11. Selección de la flotilla vehicular**

En virtud de requerirse una flotilla vehicular mínima de 30 vehículos representativos de la ZMCM (de 4, 6 y 8 cilindros) de las diferentes marcas y modelos fabricados en México en los últimos 10 años; las autoridades competentes del DDF, efectuaron la selección de los vehículos automotores en función de las estadísticas originadas en la verificación vehicular obligatoria.

El listado de los automóviles seleccionados para llevar a cabo las pruebas con los SRV's, se muestra en la tabla 1 y contempla los siguientes aspectos:

- a) Marca del vehículo.
- b) Submarca del vehículo.
- c) Año modelo inferior y año modelo superior.

**LISTA DE VEHÍCULOS PARA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES**

No. 1	MARCA	SUB MARCA	MOD. INFERIOR	MOD. SUPERIOR
			87	87
	CHRYSLER 101	DART K		
2	101	SHADOW	89	94
3	101	SPIRIT	90	93
4	101	VOLARE	85	86
5	101	RAM CHARGER	85	94
6	101	PHANTOM	88	88
7	101	D-150 PICK UP	85	86
8	FORD 102	TOPAZ	89	93
9	102	CHIA	91	93
10	102	COUGAR	85	91
11	102	F-350	91	92
12	102	G MARQUIS	93	93
13	102	TAURUS	89	90
14	102	F-400	90	90
15	102	THUNDERBIRD	87	92
16	G A 103	CUTLASS	90	94
17	103	CAVALIER	92	94
18	103	SUBURBAN*	89	93
19	103	CENTURY	85	93
20	103	CELEBRITY	85	87
21	103	CHEVY	94	94
22	NISSAN 104	TSURU	86	93
23	104	ICHI VAN	89	93
24	104	PICK UP	86	93
25	VW 107	SEDAN	90	93
26	107	GOLF	88	92
27	107	JETTA	87	92
28	107	COMBI	84	94
29	107	CORSAR	85	87
30	107	CARIBE	85	89
31	107	ATLANTIC	84	87
32	CHEVROLET 105	LEBARON	84	89
33	105	CITATION	84	89
34	105	PICK UP	85	90
35	CHRYSLER	NEW YORKER	87	94
36	FORD	F-250	90	94
37	NISSAN 104	TSUBAME	94	94
38	RENAULT	ALIANCE	85	88

TABLA 1

### **II.1.2 Método del TÜV**

El Instituto Alemán de Investigación para Estudio y Prevención del Ambiente y la Energía (TÜV), ha desarrollado un método para la evaluación de SRV's en fase II, cuyo procedimiento es análogo al del IMP debido a que este último adoptó casi en su totalidad el método del TÜV, por lo que no se hace necesaria su descripción. La República de Alemania no permite la instalación del procesador de vapores en las estaciones de servicio.

### **II.1.3 Método del CARB**

El estado de California EUA, es uno de los que presentan mayores problemas ambientales, motivo por el cual este estado se rige por una normatividad ambiental más estricta que en el resto del país.

Por tal motivo en materia de recuperación de vapores no es la excepción, ya que cuenta con una normatividad enfocada a evaluar integralmente los SRV's.

El método del CARB es un procedimiento empleado para otorgar la certificación a un SRV's a fin de que pueda ser instalado en cualquier estación de servicio de el estado de California. Este método a diferencia del adoptado en México por el IMP para otorgar la constancia de evaluación de un SRV's y poder ser instalado en las estaciones de servicio, involucra tres aspectos fundamentales que son:

- Prueba de durabilidad.
- Evaluación de la eficiencia del SRV's.
- Supervisión.

#### **II.1.3.1 Prueba de durabilidad**

La prueba de durabilidad tiene como finalidad corroborar que el SRV's a evaluar funcione correctamente sin la necesidad de realizar algún cambio de los dispositivos o accesorios durante un periodo de 90 días. En este periodo se tiene la oportunidad de realizar una prueba preliminar con objeto de que el SRV's este listo para que sea evaluada su eficiencia, dicha prueba de eficiencia puede realizarse en cualquier momento una vez que el proveedor del SRV's asegure que el sistema está funcionando correctamente.

Cuando el proveedor del SRV's notifique al CARB que puede ser realizada la evaluación de la eficiencia, en este momento serán cubiertos con una pintura especial todos y cada uno de los puntos de conexión de tuberías, dispositivos y accesorios que integran el SRV's, con objeto de garantizar que no se realice la remoción de alguno de estos durante los noventa días siguientes.

#### **II.1.3.2 Evaluación de la eficiencia**

Esta consiste en evaluar la eficiencia del SRV's en cien vehículos los que deben ser elegidos de acuerdo al procedimiento TP-201 2A del CARB, que establece los criterios para determinar la matriz vehicular a ser empleada durante la evaluación del SRV's en su fase II. Este procedimiento tiene una duración aproximada de tres a cuatro días y se lleva a cabo en una estación de servicio comercial en la que se disponga del sistema a evaluar. A diferencia del método del IMP esta prueba no involucra un acondicionamiento previo en el tanque de combustible para cada vehículo a evaluar y se realiza una sola vez, con ello se reducen considerablemente los tiempos de ejecución.

Un requisito para la ejecución de esta prueba es que sea efectuada en una estación de servicio comercial en la cual se tengan ventas de combustible mínimas de 378 500 litros (100 000 gal) durante los 90 días que dura la prueba.

#### **II.1.3.3 Supervisión**

La supervisión durante la evaluación de la eficiencia será permanente y aún cuando está solo durará un máximo de cuatro días, el resto del periodo de prueba estará sujeto a una supervisión en cualquier momento. Con respecto a la durabilidad el CARB deberá dar fe de que durante los 90 días de prueba no se removió ningún dispositivo o accesorio del SRV's.

Para que la certificación sea otorgada al SRV's evaluado, es requisito indispensable aprobar satisfactoriamente las pruebas de evaluación de eficiencia del SRV's y la prueba de durabilidad del mismo, de no ser así, será necesario efectuar nuevamente la evaluación del SRV's.

## **II.2 Norma Oficial mexicana NOM-092-ECOL-1995**

Las empresas que suministran e instalan SRV's en las estaciones de servicio de la ZMCM además de cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995 descrita en el punto II.1.1, deberán cumplir con la norma NOM-092-ECOL-1995, la cual establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y autoconsumo ubicadas en el valle de México. Cuyos requisitos se mencionan a continuación:

### **II.2.1 Eficiencia en laboratorio**

La eficiencia en laboratorio del sistema de recuperación de vapores (SRV's) de gasolina debe ser superior al 90% de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana Nom-093-ECOL-1995, comprobada por laboratorios de prueba acreditados ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de laboratorios de Prueba (SINALP).

### **II.2.2 Tasa Volumétrica**

Los SRV's de gasolina instalados en las estaciones de servicio deben cumplir con una tasa volumétrica vapor/liquido igual o mayor a 100% y menor o igual a 190%, como promedio de la prueba realizada de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, expedida por la SEMARNAP.

#### **II.2.2.1 Cálculo**

La tasa volumétrica vapor/liquido (T) debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$T = (Vu/L) \cdot 100$$

Donde:

T = Tasa volumétrica vapor/liquido, expresada en por ciento.

Vu = Volumen de vapores corregido a condiciones de presión atmosférica, expresado en metros cúbicos.

L = Volumen de combustible despachado, expresado en metros cúbicos.

Los SRV's que tengan una tasa volumétrica vapor/liquido superior al 110% como promedio de la prueba realizada de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, deberán contar con unidades de procesamiento para eliminar los vapores excedentes provenientes de los tanques de almacenamiento en las estaciones de servicio o de autoconsumo.

### **II.2.3 Eficiencia en sitio**

La "eficiencia en sitio" del SRV's de gasolina debe ser superior al 80% en promedio comprobada, incluyendo las emisiones asociadas con los tanques de almacenamiento y en su caso a través de las unidades de procesamiento de vapores excedentes. Dicha eficiencia será evaluada con el procedimiento y el equipo previsto en la Norma Oficial Mexicana que se expida para tal efecto.

### **II.2.4 Tuberías de vapores y venteos**

Las tuberías de vapores y venteo, así como sus uniones, se instalarán con una pendiente mínima del 1% hacia el tanque de almacenamiento. Los materiales de construcción que se utilicen al efecto deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio emitidas por Pemex - Refinación.

En la línea de ventilación para tanques de almacenamiento debe instalarse una válvula de presión/vacío, cuando el sistema lo requiera. En el caso de tanques de almacenamiento superficiales debe instalarse adicionalmente un arrestador de flama.

La altura mínima de los venteos de los tanques de almacenamiento debe ser de 4 metros sobre el nivel de piso terminado. Las descargas en los venteos de los tanques de almacenamiento que se ubiquen en una distancia horizontal menor de 3 metros de cualquier muro que contenga vanos (tales como puertas y ventanas), se deberá instalar a una altura no menor de 3 metros contados a partir del punto más alto.

La unión de la tubería de venteo con el tanque de almacenamiento y con la línea vertical de ventilación debe ser de tipo móvil. Cada tanque de almacenamiento debe contar con una línea de ventilación.

### **II.2.5 Pistola de despacho**

La pistola de despacho utilizada en las estaciones de servicio o de autoconsumo que cuenten con SRV's de hidrocarburos, debe operar cumpliendo con la "eficiencia en sitio" de recuperación prevista en el punto 5 de esta Norma Oficial Mexicana.

### **II.2.6 Fase I en autotanques**

Los autotanques para efectuar el trasvase de gasolina a los tanques de almacenamiento deberá contar con el SRV's Fase I.

**El punto de llenado del tanque de almacenamiento deberá contar con un contenedor de derrames de una capacidad mínima de 19 litros.**

**Los tanques de almacenamiento deben estar equipados con un SRV's Fase I y estar conectados herméticamente a los dispositivos de suministro de combustible y recuperación de vapores, durante la operación de trasvase desde el autotanque.**

#### **II.2.7 Fase II en estaciones de servicio**

**El trasvase de gasolinas a vehículos automotores debe efectuarse de manera que los vapores de gasolina generados sean recolectados por el SRV's fase II.**

#### **II.2.8 Pruebas de hermeticidad y de obstrucción**

**Antes de realizar la instalación del SRV's, se deberá verificar la hermeticidad de los tanques y tuberías mediante una prueba de hermeticidad no destructiva.**

**Previo al inicio de operación del SRV's, deben efectuarse las pruebas de hermeticidad y de obstrucción para verificar el libre paso de vapores.**

#### **II.2.9 Unidad de procesamiento de vapores excedentes**

**Los SRV's de gasolina aprobados conforma al método de prueba establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093\_ECOL-1995, que requieren instalar una unidad de procesamiento de vapores por incineración para controlar los vapores excedentes provenientes del tanque de almacenamiento, de acuerdo al método establecido en el unto 3, deben instalarlo cumpliendo con lo siguiente:**

- a). Instalarlo sobre una base construida de material no inflamable a una altura mínima de 3 metros.**
- b). La distancia horizontal entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y los venteos del tanque de almacenamiento debe ser mayor a 6.5 metros.**
- c). La distancia horizontal entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y cualquier punto de transferencia de combustibles debe ser mayor a 6.5 metros.**

## CAPITULO TERCERO

### ESPECIFICACIONES PARA FABRICACION E INSTALACION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA LIQUIDOS INFLAMABLES Y TUBERIAS PARA MANEJO DE COMBUSTIBLE Y RECUPERACION DE VAPORES EN ESTACIONES DE SERVICIO.

#### III.1 Generalidades para proyecto e instalación de tanques y tuberías

##### III.1.1 Códigos aplicables

Los tanques descritos en estas especificaciones deben ser de doble pared y cumplir con lo especificado en los códigos y estándares que se indican a continuación:

ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
STI	STEEL TANK INSTITUTE
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES INC (EUA)
ULC	UNDERWRITERS LABORATORIES OF CANADA

Las tuberías descritas en estas especificaciones deben cumplir con el criterio de doble contenedor, para preservar al subsuelo de la contaminación por fugas de hidrocarburos.

##### III.1.2 Requerimientos generales de diseño

Todos los tanques enterrados para almacenamiento de combustibles deben cumplir con el criterio de doble contenedor, en apoyo a la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente, para evitar la contaminación del subsuelo. Ver figura 4.

El contenedor secundario debe ser construido, con materiales de suficiente espesor, densidad y composición, de forma que prevenga el debilitamiento estructural (fatiga mecánica) y el ataque químico (envejecimiento), como consecuencia del posible contacto con hidrocarburos derramados por el tanque primario.



El diseño de los tanques debe ser apropiado para que siempre sea posible monitorear el espacio entre el tanque primario y el tanque secundario, para garantizar la ausencia total de fugas en ambos recipientes.

El fabricante debe suministrar, junto con el tanque, un sistema altamente confiable de monitoreo para el control de fugas y así mismo garantizar el control de la integridad de los tanques primario y secundario.

El sistema de monitoreo que se instale en el espacio anular, debe ser de tal forma que el tanque en su conjunto pueda revisarse contra fugas de manera inmediata, a lo largo de toda su vida útil.

El sistema empleado debe proporcionar una lectura permanente que indique el buen estado del sistema.

### **III.1.3 Accesorios**

La nueva tecnología en la fabricación de tanques para evitar la contaminación del suelo, así como la necesidad de evitar la libre emisión de hidrocarburos a la atmósfera, hace obligatoria la instalación en los tanques accesorios que faciliten el cumplimiento de lo señalado. Los accesorios que se instalen en estos tanques, son en términos generales los siguientes. Ver figura 4.

- 1.-Bomba sumergible
- 2.- Monitoreo de fugas en espacio anular de los tanques
- 3.-Dispositivo de llenado
- 4.-Dispositivo para recuperación de vapores a autotanques
- 5.-Dispositivo para sistema de medición
- 6.-Boquillas adicionales
- 7.-Entrada de hombre
- 8.-Dispositivo para purga del tanque

Los accesorios antes listados deben instalarse en registros o contenedores especiales que no permitan contacto directo con la losa de concreto. Para el caso específico del dispositivo de llenado, el contenedor debe tener un sistema de drenado de combustibles hacia el tanque. Estos contenedores son necesarios para permitir el flujo vehicular ya que los vehículos circulan por encima de dicho contenedor.

### **III.1.4 Instalación**

En las estaciones de servicio podrán instalarse tanques de tipo superficial, en lugar de tanques subterráneos, siempre y cuando las condiciones del terreno dificulten la instalación de estos últimos.

La instalación de los tanques debe hacerse de acuerdo con los lineamientos generales marcados en las presentes especificaciones y las indicaciones particulares de cada fabricante.

Todos los tanques deben estar sujetos a prueba de hermeticidad realizadas por el fabricante, quien debe extender al cliente el certificado correspondiente, en donde se indiquen las características de las pruebas efectuadas a los tanques.

Los tanques serán instalados directamente en la excavación que para tal efecto se llevo a cabo.

### **III.2 Fabricación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables.**

#### **III.2.1 Características de los tanques**

Los requerimientos presentados a continuación aplican a los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, los cuales deben de ser del tipo cilíndrico horizontal atmosféricos, por lo que deben contar con una abertura de ventilación a la atmósfera.

#### **III.2.2 Materiales de fabricación**

Los tanques de almacenamiento para líquidos inflamables de doble pared, deben ser de tipo tanque encaquetado de los materiales que se presentan a continuación:

contenedor primario/contenedor secundario

- 1.-Tanques de acero al carbón/fibra de vidrio
- 2.-Tanques de acero al carbón /polietileno de alta densidad
- 3.-Tanques de fibra de vidrio/fibra de vidrio

Los materiales y procedimientos de fabricación para los tanques de almacenamiento enterrados de doble pared, indicados en los tres casos anteriores deben cumplir con los códigos internacionales, que regulan tales disposiciones.

Cuando el contenedor primario sea de acero debe ser del tipo estructural o de calidad superior; el espesor mínimo de placa debe ser de acuerdo a lo especificado en la tabla 2.

Para el caso de que el contenedor primario sea no metálico, este debe ser de fibra de vidrio y tener un espesor mínimo de 6.35 mm ( 1/4" ).

El contenedor secundario puede ser no metálico independientemente del material del contenedor primario.

### III.2.3 Dimensiones y capacidades para los tanques metálicos.

Las dimensiones del tanque deben estar determinadas por la capacidad del mismo, de acuerdo con lo especificado en la tabla 2.

**DIMENSIONES DEL CONTENEDOR PRIMARIO**

Capacidad nominal (litros)	Diámetro int. máx. (mm)	Espesor (mm)
40000	3200	6.35
50000	3660	7.94
60000	3660	7.94
80000	3660	9.52
100000	3660	9.52

**TABLA 2**

**NOTA:**

La longitud del contenedor primario no debe ser mayor a seis diámetros como lo establecen las especificaciones técnicas de PEMEX - Refinación.

### III.2.4 Placas de desgaste.

Deben ser localizadas en el interior del tanque exactamente abajo de todas las boquillas y sus dimensiones serán de acuerdo con el material del contenedor primario :

**Contenedor primario metálico:**

Las placas de desgaste deben ser de acero y estar soldadas en la parte interior e inferior del tanque, de acuerdo con las características que marca el fabricante y con un espesor mínimo de 3.2 mm ( 1/8" ), las placas de desgaste deben tener 229 mm ( 9" ) de ancho y un mínimo de 0.09 m<sup>2</sup> ( 1 pie 2 ) de área.

Por ningún motivo se aceptara la exclusión de dichas placas.

**Contenedor primario no metálico:**

Las placas de desgaste deben de acero con un mínimo de 1.6 mm ( 1/16" ) de espesor. Estas placas deben tener 229 mm ( 9" ) de ancho y un mínimo de 0.09 m<sup>2</sup> ( 1 pie 2 ) de área.

La instalación de las placas de desgaste respecto a los tubos sumergidos en los tanques debe ser como se indica en la figura 4.

**III.2.5 Conexiones de tuberías (boquillas)**

Las boquillas para los tanques tipo enchaquetado deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Cuando el contenedor primario sea no metálico, las boquillas deben ser del mismo tipo que lo indicado anteriormente, excepto que se unirán al tanque de acuerdo a los procedimientos marcados por el fabricante.

Todas las boquillas deben localizarse en la parte superior del tanque sobre la línea longitudinal del cilindro y/o sobre la tapa de la entrada de hombre.

La distancia mínima entre ejes de dos boquillas debe ser de 450 mm cuando estas estén localizadas fuera de la entrada de hombre.

Cuando se instalen las boquillas sobre la entrada de hombre, el número de estas será determinado por el fabricante del tanque.

Las boquillas deben ser de acero.

### **III.2.6 Entrada de hombre.**

Los tanques deben tener una entrada de hombre, la cual debe cumplir con los siguientes requisitos:

La entrada de hombre debe estar localizada en la parte superior del tanque de almacenamiento y su cubierta se fijara mediante tornillos, los cuales deben ser de 12.7 mm ( ½ " ) de diámetro como mínimo, debiendo estar distribuidos 102 mm ( 4") entre centros, como máximo.

La cubierta de la entrada debe proporcionarse con empaques de materiales suaves, resistentes a los vapores de hidrocarburos; debiendo contar con un espesor mínimo de 3.2 mm ( 1/8" ).

### **III.2.7 Dispositivo de purga.**

Todos los tanques deben llevar sin excepción un dispositivo de purga con las siguientes características :

Debe colocarse en uno de los extremos superiores del tanque hacia donde marque la pendiente la cual será del 1 %. Debe estar constituida por una boquilla con diámetro interior de 2", donde se conectara a un tubo del mismo diámetro que debe partir del nivel de piso terminado hasta 2" antes del fondo del tanque.

Este tubo servirá de guía para introducir en el una manguera que debe conectarse a una bomba que servirá para succionar el agua que llegue a almacenarse por condensación.

### **III.2.8 Pruebas de fabricación**

Son aquellas que se efectuaran en el taller para confirmar la hermeticidad y resistencia mecánica del tanque y de las cuales el fabricante debe entregar al comprador la garantía de que se aplicaron bajo los códigos correspondientes (para materiales metálicos y no metálicos).

### **III.2.9 Protección anticorrosiva interna.**

Cuando el contenedor primario sea metálico debe tener interiormente en su mitad inferior un recubrimiento primario de zinc 100% inorgánico con una capa de 3 milésimas de espesor.

La aplicación de dicho primario será limpiando el tanque con chorro de arena.

### **III.3 Instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables.**

Las siguientes disposiciones son aplicables para tanque de almacenamiento de líquidos inflamables que vayan enterrados, independientemente del material con los que estén fabricados y sin contravenir el requerimiento de doble contención.

#### **III.3.1 Excavaciones**

Las excavaciones para la instalación de tanques deben ser lo suficientemente grandes, de tal manera que proporcionen un claro mínimo de 357.2 mm ( 18 " ) lateralmente entre la excavación y el tanque.

La excavación debe lo suficientemente profunda para que se proporcione un relleno mínimo de 305 mm ( 12" ) bajo el tanque independientemente de que se instalen o no elementos de concreto para su anclaje.

La profundidad de la excavación para la instalación del tanque dependerá de las condiciones particulares del terreno, la profundidad necesaria para proporcionar la pendiente requerida a las líneas de recuperación de vapores y de producto, así como a las recomendaciones del fabricante del tanque.

#### **III.3.2 Colocación.**

La profundidad de colocación de los tanques puede variar dependiendo si exista o no tráfico sobre estos.

En áreas que no estén sujetos a tráfico, la profundidad deberá ser como mínimo de 90 cm ( 36").

En áreas sujetas a tráfico regular, la profundidad puede ser hasta 122 cm ( 48").

En ambos casos la profundidad estará medida a partir del lomo del tanque hasta el nivel de piso terminado, incluyendo los 15 cm (6") de la losa de concreto armado del propio piso.

Los tanques deben colocarse sobre una cama de arena o gravilla que este nivelada o compactada, si se requieren elementos de concreto para anclarlos, estos deben estar cubiertos como mínimo por 305 mm ( 12 " ) de arena o gravilla compactada.

En caso de que el nivel freático se encuentre cerca de la superficie del terreno, se deben fijar los tanques de almacenamiento mediante cables de acero sujetos a anclas de concreto hidráulica. Ver figura 5.

Un tanque enterrado nunca debe ser instalado sobre elementos de concreto.

### III.3.3 Pruebas de hermeticidad.

Estas pruebas deben aplicarse después de que el tanque haya sido instalado dentro de la excavación. Las pruebas se aplicaran tanto al tanque primario como al secundario independientemente de la material que este fabricados y de acuerdo al criterio siguiente :

El tanque primario incluyendo accesorios debe ser probado contra fugas a una presión máxima de 0.35 kg/cm<sup>2</sup> ( 5lb/pulg<sup>2</sup> ).

El tanque secundario debe ser probado a un vacío máximo de 135 mmHg, durante 60 minutos independientemente de la condición de vacío a la que haya sido recibido en la obra.

Cuando se efectúe el llenado del tanque para realizar las pruebas de hermeticidad, se debe dejar en reposo durante 24 horas para eliminar totalmente el aire ocluido y así proceder a efectuar las pruebas correspondientes.

### III.3.4 Detección de fugas.

Conforme a la practicas recomendadas para las estaciones de servicio, es obligatoria la instalación de dispositivos para prever la contaminación del subsuelo, como cuando se presente una fuga o derrame de producto en los tanques de almacenamiento o en el sistema de dispensarios.

Lo anterior forma parte complementaria para llevar a cabo una instalación apropiada y un programa de mantenimiento en todos los sistemas enterrados.

Los tanques deben colocarse sobre una cama de arena o gravilla que este nivelada o compactada. si se requieren elementos de concreto para anclarlos, estos deben estar cubiertos como mínimo por 305 mm ( 12 " ) de arena o gravilla compactada.

En caso de que el nivel freático se encuentre cerca de la superficie del terreno, se deben fijar los tanques de almacenamiento mediante cables de acero sujetos a anclas de concreto hidráulica. Ver figura 5.

Un tanque enterrado nunca debe ser instalado sobre elementos de concreto.

#### III.3.3 Pruebas de hermeticidad.

Estas pruebas deben aplicarse después de que el tanque haya sido instalado dentro de la excavación. Las pruebas se aplicaran tanto al tanque primario como al secundario independientemente de le material que este fabricados y de acuerdo al criterio siguiente :

El tanque primario incluyendo accesorios debe ser probado contra fugas a una presión máxima de 0.35 kg/cm2 ( 5lb/pulg2 ).

El tanque secundario debe ser probado a un vacio máximo de 135 mmHg., durante 60 minutos independientemente de la condición de vacio a la que haya sido recibido en la obra.

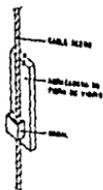
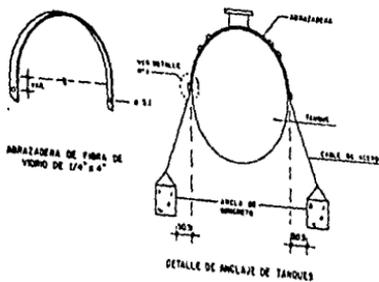
Cuando se efectúe el llenado del tanque para realizar las pruebas de hermeticidad, se debe dejar en reposo durante 24 horas para eliminar totalmente el aire ocluido y así proceder a efectuar las pruebas correspondientes.

#### III.3.4 Detección de fugas.

Conforme a la practicas recomendadas para las estaciones de servicio, es obligatoria la instalación de dispositivos para prever la contaminación del subsuelo, como cuando se presente una fuga o derrame de producto en los tanques de almacenamiento o en el sistema de dispensarios.

Lo anterior forma parte complementaria para llevar a cabo una instalación apropiada y un programa de mantenimiento en todos los sistemas enterrados.

FIGURA 5: INSTALACION DE TANQUES



PASO DE CABLE DE ACERO  
POR ABRAZADERA

- LAS ABRAZADERAS DEBERAN SER DE ACERO  
Y SU PASADIZO MAS 30 mm. ANTES DE CADA  
ESTRADA DEL TAMBOR.
- LAS ABRAZADERAS DEBERAN SER ALMORRETES CON UNA  
FIBRILLA DEL TAMBOR.
- TAMBOR LOS FIBRILLAS DE ACERAS DEBERAN  
ESTAR PERFECTAMENTE APOSTADAS Y  
ALISTADAS PARA UNA LIGERA DEFLEXION  
AL TAMBOR.
- LAS DEFLEXIONES DE PUEDEN DETECTAR  
DEFLEXIONES EL BARRIDO DEL TAMBOR ANTES  
Y DESPUES DE CADA UNO DE LOS FIBRILLAS.
- ESTOS LOS ANCLAJES DE CONCRETO Y EL  
TAMBOR DEBERAN ESTAR UNA ZONA DE ANCLAJE  
MÁS DE 30 cm.
- LAS UNIDAS DE LUGAR DEBEN SER LOS TAMBOR Y LAS  
LIGAS DE LOS TAMBOR DE LA COLUMNATA DE  
UNA BARRILLA DE ESTACACION DE 12 CM.
- EL TAMBOR NO DEBE SER UNO POR LA  
ANCLAJE.

En caso de presentarse una fuga de cualquier tipo esta debe ser detectada inmediatamente para evitar problemas de contaminación, por lo cual se deben instalar los dispositivos que se describen a continuación :

**Sistema de medición automática en tanques:** su función es llevar un registro preciso de inventarios en los diferentes productos el cual deberá ser presentado ante petróleos mexicanos o la autoridad correspondiente cuando sea requerido.

Así mismo debe de ser del tipo electrónico.

El sistema que se instale debe ser del tipo con el que se puedan efectuar pruebas contra fugas, cuando el tanque no estén en operación durante un tiempo.

**Pozos de observación:** deben ser instalados cuando el nivel freático este por encima del fondo de la excavación del tanque o cuando un impermeabilizante ha sido instalado en el piso de una excavación, para monitorear fugas al rededor de los tanques enterrados. Ver figura 6.

El pozo de observación consiste en un tubo de PVC, de 50.8 mm ( 2" ), de diámetro mínimo con ranuras de 1 mm (0.039 " ), o perforaciones de diseño equivalente.

Cuando se trate de un solo tanque se instalara un tanque de observación cerca del extremo del tanque dentro de la excavación.

Cuando en una excavación común se instalen 2 y hasta 4 tanques, los pozos de observación deben colocarse en numero de 2, ubicándolos en las esquinas diagonales cerca de la excavación.

Para el caso de instalarse mas de 4 tanques en una instalación común, debe realizarse un análisis hidrogeológico específico para determinar el número y la localización de los pozos de observación

Los pozos de observación deben enterrarse hasta una profundidad de 61 cm ( 24" ) por debajo del fondo del tanque o de la parte superior de los elementos de concreto usados para anclaje, opcionalmente pueden ser instalados sensores electrónicos para monitoreo de producto con conexión eléctrica para lectura remota en tablero.



Los pozos deben ser identificados, sellados y asegurados para prevenir la introducción accidental o deliberada de productos, agua u otros materiales.

**Pozos de monitoreo:** son usados para observar la presencia de hidrocarburos en la superficie de las aguas subterráneas. Referirse a la figura 6.

Estos pozos proporcionan un servicio equivalente para la detección de fugas a la de los pozos de observación, pero deben ser instalados únicamente cuando la permeabilidad del suelo es alta y cuando el nivel del manto freático está por debajo del fondo de la excavación del tanque.

Los pozos de monitoreo deben instalarse de tal forma que el fondo del pozo esté al menos 1.52 mts por debajo del nivel freático más bajo esperado y dentro de los 12.2 mts de profundidad a partir del nivel de piso terminado. Este pozo consiste de un tubo de PVC de 50.8 mm (2") de diámetro mínimo con ranuras de 1 mm (0.039").

Para detectar la presencia de hidrocarburos en el manto freático, opcionalmente pueden instalarse sensores electrónicos con conexión eléctrica para lectura remota en tablero.

La localización de los pozos de monitoreo dependerá de las condiciones específicas del lugar.

**Monitoreo entre contenedores:** en el espacio anular de los tanques de doble pared, debe monitorizarse la presencia de hidrocarburos a través de sensores electrónicos.

EL monitoreo debe ser continuo en todos los casos.

El número de detectores de fugas que se instale debe ser determinado por las condiciones del proyecto, pero como mínimo, además del sensor entre el espacio anular, se debe instalar un sensor en el registro donde se instale la bomba sumergible.

### **III.3.5 Tanques superficiales**

#### **III.3.5.1 Generalidades.**

Los tanques descritos en este punto son del tipo horizontal o vertical atmosféricos, debiendo cumplir con la disposición de doble contención y tener el sistema de recuperación de vapores, con

la finalidad de evitar la contaminación al subsuelo y a la atmósfera respectivamente. Para el caso de la ZMCM, no existen tanques superficiales en las estaciones de servicio, de requerirse una instalación de este tipo, se requiere la autorización por escrito por Pémex acompañada del estudio geográfico del terreno

#### **III.3.5.2 Requerimientos de fabricación.**

Los tanques superficiales, podrán ser tanques de pared sencilla con dique de acero integrado, cuya capacidad debe ser de 110% del volumen total del tanque en este caso, antes de aplicarse el primer anticorrosivo, el cuerpo del tanque debe limpiarse manualmente con cepillo de alambre. asimismo, el tanque pueden ser de doble pared tipo enchaquetado con espacio anular.

#### **III.3.5.3 Pruebas de fabricación**

Los tanques nuevos antes de ser pintados con un primer anticorrosivo, deben ser probados por el fabricante.

Las pruebas aplicables deben ser, de acuerdo con lo siguiente:

**Prueba neumática:** deben usarse espumas o alguna sustancia tipo detergente para la detección visual de las fugas.

En los tanques horizontales la presión de prueba no será menor de 5, ni mayor a 7 psi.

Para tanques verticales la presión de prueba no será menor de 1 1/2, ni mayor a 2 1/2 psi, o aquella presión que primero cause una visible deformación del tanque.

**Prueba hidrostática:** se debe llenar completamente el tanque con agua y aplicar una presión adicional de 5 psi. El tanque debe ser probado en la misma posición en que será instalado.

#### **III.3.5.4 Boquillas de venteo**

Los tanques horizontales y verticales deben tener boquillas para venteo normal y venteo de emergencia, adicionalmente a las boquillas de llenado y de extracción de producto. las dimensiones de la boquilla de venteo normal se presentan en la tabla 3.

### III.3.5.5 Entrada de hombre

Los tanques horizontales y verticales deben contar con una entrada de hombre en la parte superior, lo cual debe tener una tapa diseñada de tal forma que en caso de siniestro, cuando se eleve la presión interna del tanque, funcione como venteo de emergencia para que la presión no exceda el valor de 2.5 psi

Cuando en el tanque se instale la entrada de hombre con su tapa diseñada para funcionar como venteo de emergencia, el tanque podrá tener una boquilla para venteo normal de las dimensiones indicadas en la tabla 3.

**DIMENSIONES DE BOQUILLAS DE VENTEO PARA TANQUES.**

CAPACIDAD DEL TANQUE (lt)	DIAMETRO MÍNIMO DE BOQUILLA (mm)
40,000-50,000	63.5
50,001-60,000	63.5
60,001-80,000	76.2
80,001-100,000	76.2

**TABLA 3**

### III.3.5.6 Pintura en tanques superficiales

Los tanques superficiales, se deben pintar de color blanco.

## III.4 Tuberías

### III.4.1 Sistema para manejo de productos

Esta constituido por las tuberías que parten de la descarga de la bomba, localizada en el tanque de almacenamiento, hasta el dispensario del producto correspondiente, formando parte integral de este mismo sistema las conexiones y accesorios requeridos para su operación segura y eficiente.

#### **III.4.2 Sistema para recuperación de vapores**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y conexiones que se interconectan en los dispensarios, el tanque de almacenamiento de un mismo producto y la línea de ventilación. Por ningún motivo deberán interconectarse líneas de gasolina con y sin plomo, al menos que el retorno de vapores llegue al tanque de gasolina con plomo.

La instalación de este sistema es obligatoria y deberá realizarse siguiendo las instrucciones y recomendaciones del fabricante en lo que se refiere a diámetros de tuberías, elementos de conexión y accesorios.

Las tuberías que conforman este sistema deben cumplir las dos fases para recuperación de vapores:

**Primera fase:** comprende la recuperación de los vapores existentes en el tanque de almacenamiento en el momento de ser sellado con producto, enviándolos al tanque mediante una manguera de retorno.

**Segunda fase:** comprende la recuperación de los vapores generados en el momento de despachar el combustible directamente a los vehículos utilizando para efecto el siguiente equipo:

Los dispensarios deben contar con pistolas y mangueras despachadoras con tubería de recuperación de vapor. La pistola despachadora debe contar con un capuchón de material flexible y resistente a los hidrocarburos, que selle la entrada del tanque del vehículo al momento de suministrarle el producto.

#### **III.4.3 Sistemas de recuperación de vapores para estaciones de servicio**

La recuperación de vapores de la primera fase puede efectuarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

**Sistema de balance de dos puntos.-** El tanque debe contar con un accesorio en donde se conectara herméticamente la manguera de recuperación de vapores al autotanque.

**Sistema de balance de colector múltiple.**- Es similar al anterior, salvo que permite interconectar dos o más tanques, mediante tubería al tanque que cuenta con el accesorio para conectar herméticamente la manguera del autotanque. Este sistema solo se utilizará cuando los tanques interconectados contengan el mismo producto.

**Sistema de balance coaxial.**- El tanque debe contar con un accesorio que se encuentre en disposición coaxial respecto al tubo de llenado que permita simultáneamente la recuperación de vapor del tanque y el llenado de producto del mismo.

En cualquiera de los casos, el diámetro de la manguera y los accesorios debe ser de 3".

La recuperación de vapores de la segunda fase, puede efectuarse por el sistema coaxial; para lo cual se contará con el equipo descrito.

### **III.4.4 Tuberías de producto, recuperación de vapores y líneas de ventilación**

#### **III.4.4.1 Materiales de fabricación**

Las tuberías para el manejo de producto, deben cumplir con el principio de doble contención y pueden ser de los materiales que se especifican a continuación para los dos contenedores:

Contenedor primario/contenedor secundario

- 1.- Acero al carbón/polietileno de alta densidad
- 2.- Acero al carbón /fibra de vidrio
- 3.- Fibra de vidrio/fibra de vidrio
- 4.- Material termoplástico/ polietileno de alta densidad

Las tuberías para recuperación de vapores deben ser de pared sencilla de los materiales siguientes:

- acero al carbón
- fibra de vidrio
- combinación de los dos anteriores

Para la unión y cambios de la dirección de tuberías no metálicas se deben utilizar accesorios, fabricados especialmente para cada uno de los casos, la instalación de tuberías y accesorios debe efectuarse de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Cuando las tuberías de doble pared para manejo de producto tengan el contenedor primario de acero al carbón, pueden tener un contenedor secundario no metálico, siempre y cuando este último haya sido aprobado por underwriters laboratories.

Cuando se instalen tuberías metálicas, los accesorios y válvulas deben ser de las mismas características que aquellas.

Por ningún motivo se aceptaran la instalación de tubería galvanizada para el manejo de producto.

#### **III.4.4.2 Conexión de tuberías**

Cuando las tuberías para manejo de producto sean no metálicas de doble pared, se deberán unir por medio de adaptadores específicos.

La unión de tuberías de acero con tuberías de fibra de vidrio de extremos roscados, se efectuara a través de adaptadores, los cuales deben estar unidos al tubo de acero o accesorio antes de unirlos al tubo no metálico.

#### **III.4.4.3 Excavaciones**

Cuando las tuberías sean de doble pared, metálicas y no metálicas, para manejo de productos y de pared sencilla para la recuperación de vapores, así como metálicas para el aire y el agua, pueden ser instaladas sin trincheras (figura 7).

La profundidad y dimensiones de las excavaciones para la instalación de tuberías, dependerá del número que se requiera instalar.

#### **III.4.4.4 Trincheras**

Cuando las condiciones del proyecto así lo requieran, se deben construir trincheras para las tuberías de productos, recuperación de vapores y servicios, las cuales deben ser construidas de concreto armado, recubierto en su interior con aplanado de mortero cemento arena.



Las dimensiones de las trincheras deben estar supeditadas al número y diámetro de las tuberías que en ellas se alojen. La profundidad de las trincheras será definida bajo las consideraciones de que las tuberías colocadas en ellas estarán como mínimo 50 cm por debajo de su nivel de piso terminado y deben aumentar su profundidad de acuerdo con la pendiente de las mismas, por ningún motivo se debe reducir la profundidad mínima establecida.

Cuando en una misma trinchera se alojen diferentes tipos de tuberías. Debe existir una separación entre ellas de 100 mm como mínimo.

#### **III.4.4.5 Diámetros**

Los diámetros de las tuberías deben estar determinados por las necesidades específicas del proyecto y cumplir como mínimo lo siguiente:

##### **Tubería para producto**

- cuando sea metálica debe tener un diámetro de 51 mm.
- cuando sea no metálica de doble pared y el contenedor primario sea flexible, el diámetro debe ser de 38 mm. como mínimo. el fabricante de la tubería flexible, debe certificar que la diferencia en el flujo de estas con respecto a las de 51 mm. no sea mayor al 4%.

##### **Tubería de retorno de vapores**

- cuando sea metálica debe tener un diámetro de 51 mm.
- cuando sea de fibra de vidrio pared sencilla debe tener un diámetro de 51 mm.

#### **III.4.4.6 Líneas de ventilación**

La tubería iniciara su trayectoria de la parte superior del tanque de almacenamiento y debe prolongarse en sentido horizontal hasta el punto designado en el proyecto, para salir verticalmente a la superficie del terreno, en donde debe estar convenientemente soportada (figura 8).



Debe contar con un diámetro nominal de 65.3 mm, y en caso de no poder adquirir este diámetro se pueden instalar tuberías de 76 mm. la parte enterrada debe tener una pendiente del 2% hacia el tanque de almacenamiento.

Cuando las tuberías de ventilación sean de fibra de vidrio de pared sencilla, deben ser 76 mm. de diámetro en toda la trayectoria subterránea, la parte vertical debe ser de acero al carbón hasta la válvula de presión vacío, debiendo reducir su diámetro a 51 mm. después de la tuerca unión. la parte de la tubería metálica que quede enterrada debe estar recubierta con un material anticorrosivo.

En la línea de ventilación para tanques de gasolina debe instalarse la válvula de presión/vacío con arrestador de flama.

La línea de ventilación del tanque de almacenamiento de diesel debe tener arrestador de flama (sin válvula de presión /vacío).

La unión de la tubería enterrada con el tanque o con la parte vertical exterior, debe ser promedio de conexiones flexibles utilizando adaptadores respectivos las tuberías, cuando sean de materiales diferentes.

Cuando las líneas se localicen próximas a cualquier edificio, las descargas de estas deben estar localizadas a 3 m de altura, contados a partir del punto mas alto de la construcción colindante.

Cuando las líneas se encuentren retiradas a mas de 3m. de cualquier construcción o zona transitada, se puede instalar a una altura mínima de 4 m sobre el nivel del piso terminado.

Las líneas deben ser instaladas evitando la formación de bolsas donde puedan acumularse condensados permanente.

Cada tanque de almacenamiento debe contar invariablemente con una línea de ventilación.

Las boquillas de venteo deben tener un tamaño no menor que el especificado en la tabla 3.

#### **III.4.4.7 Tuberías de llenado de tanque.**

Esta constituida por la manguera de descarga del autotanque, la cual para efectuar la operación debe conectarse a la boquilla de llenado del tanque, la que contara con los accesorios necesarios para evitar la fuga de vapores a la atmósfera.

#### **III.4.4.8 Líneas de distribución**

Comprende los tramos de tubería de doble pared cuya trayectoria va de la descarga de la bomba sumergible ubicada en el tanque de almacenamiento, hasta los dispensarios despachadores, cuyo diámetro mínimo nominal debe ser de 51 mm, independientemente de que las tuberías son metálicas o no metálicas. las líneas de distribución deben tener una pendiente mínima del 1 % hacia los tanques de almacenamiento.

Debe ser instalado un cabezal de distribución por cada producto, el cual surtirá a un número determinado de dispensarios de acuerdo con la capacidad de la bomba y recomendaciones del fabricante.

Las líneas de distribución de fibra de vidrio y de acero al carbón, antes de llegar a los dispensarios deben tener una válvula de bloque tipo bola de acero inoxidable con asientos de teflon, una conexión flexible y válvula de corte rápido; esta última debe de ser instalada y asegurarse de tal manera que quede al mismo nivel del piso terminado del basamento del modulo de despacho para garantizar su operación en caso de ser necesario (figura 8).

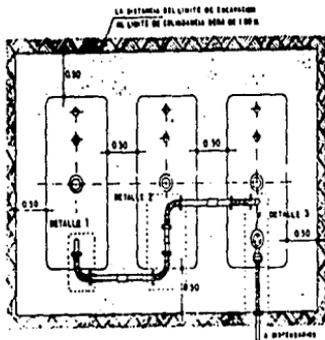
Cuando las líneas de distribución sean de material flexible, la conexión a los dispensarios debe hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, debiéndose instalar también las válvulas de bloqueo y de corte rápido.

#### **III.4.4.9 Sifones.**

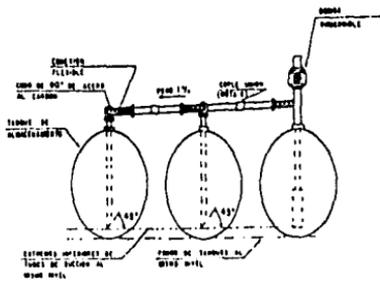
Cuando se tenga dos o más tanques de un mismo producto, estos se pueden interconectar por medio de sifones (figura 9).

Cuando se tengan dos o mas tanques del mismo producto, no deben por ningún motivo ser llenados simultáneamente. no se recomienda instalar tanques de diferentes diámetros para el

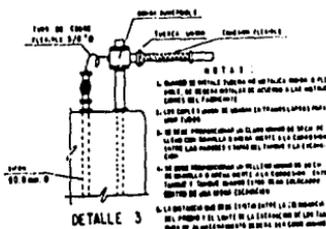
FIGURA 9: CONEXIÓN DE SIFON, DETALLES



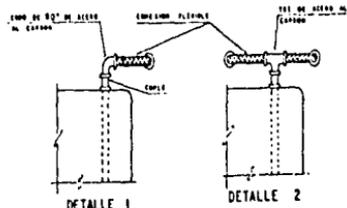
PLANTA  
CONEXION TIPICA DE SIFON



ALZADO



DETALLE 3



DETALLE 1

DETALLE 2

mismo producto, para el caso de que así fuera necesario, el fondo de los tanques debe estar al mismo nivel, de igual forma deben quedar los extremos inferiores de las succiones de los tubos de sifón.

#### **III.4.4.10 Protección para tuberías metálicas.**

Para proteger contra la corrosión las tuberías metálicas de pared sencilla para retorno de vapores o ventilación, se deben recubrir con un primario inorgánico y posteriormente se aplicará cinta de polietileno de 35 milésimas de espesor, el traslape de la cinta debe ser de la mitad del ancho de esta.

Las tuberías al ser instaladas deben cubrirse en toda su longitud y todo su alrededor con 150 mm mínimo de arena inerte, libre de impurezas o gravilla de acuerdo a recomendación expresa del fabricante.

Cuando las tuberías se instalen en trinchera debe ser de tal manera que se minimicen los puntos en los cuales una tubería puede cruzar sobre otra y cuando esto suceda, deben contar con una separación mínima de 10 cm. entre ellas.

#### **III.4.4.11 Pruebas de hermeticidad.**

Ninguna tubería se cubrirá de arena antes de pasar las pruebas de hermeticidad; para cubriría debe obtenerse la autorización por escrito de petróleos mexicanos. Las tuberías para transporte de producto, metálicas y no metálicas, deben someterse a pruebas hidrostática y/o neumáticas para comprobar su hermeticidad.

Las tuberías secundarias no metálicas deben someterse a pruebas de hermeticidad de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes en cada caso.

#### **III.4.4.12 Pruebas hidrostática.**

Se efectuarán tres veces en las diferentes etapas de construcción y deben hacerse al 150 % de la presión normal de operación del sistema, por ningún motivo se deben utilizar las bombas para despacho de producto, para probar las tuberías en las dos primeras pruebas.

**Primera prueba:** se llevara acabo cuando la tubería haya sido tendida en la excavación independientemente de si es o no metálica, debiendo estar interconectada entre sí, sin conectarse a los tanques bombas sumergibles y/o dispensarios.

**Segunda prueba:** se llevara acabo después de conectar la tubería a los tanques; como la presión de prueba de la tubería excede a la del tanque ( prueba de hermeticidad ). El fluido a utilizar en las pruebas anteriores debe ser agua o cualquier otro liquido no tóxico que no cause daño a las instalaciones.

**Tercera prueba:** se debe efectuar después de rellenar con arena o gravilla las fosas o trincheras donde se alojen estas tuberías, sin que se hayan colocado las lozas de las cubiertas en los puntos de las uniones o conexiones.

Para efectuar esta prueba, se debe utilizar el producto correspondiente a la operación normal de las tuberías, es decir gasolinas o diesel

La presión de prueba se mantendrá durante el tiempo que dure la completa y detallada inspección visual de todas las juntas y conexiones, siendo el mínimo tiempo de prueba 30 minutos.

Cuando se efectúe el llenado del sistema, para realizar las pruebas, se debe dejar el sistema en reposo durante 24 horas para eliminar totalmente el aire ocluido, y así proceder a realizar las pruebas correspondientes.

En el caso de detectarse fuga al aplicar estas normas, el responsable de la instalación debe proceder a verificar la parte afectada para su sustitución o reparación según sea el caso.

#### **III.4.4.13 Prueba neumática.**

Esta prueba consiste en aplicar una presión máxima de aire en las tuberías del 110% de la presión de operación normal del sistema, no debiendo ser esta menor a 35 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se debe aplicar jabonadura en todas las conexiones para comprobar su hermeticidad, durante el tiempo que dure la inspección visual de todas las juntas y conexiones, siendo el tiempo mínimo de prueba 30 minutos.

#### **III.4.4.14 Detección de fugas.**

Las tuberías para conducción de producto de doble pared, deben contar con sensores para detección de fugas, dichos sensores deben proporcionar la localización aproximada del punto de fuga en caso de esta se presente.

**CAPITULO CUARTO**  
**PROYECTO DE NORMA:**  
**REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION, SEGURIDAD Y**  
**MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DE SERVICIO**

**IV.1 Requerimientos y especificaciones para el diseño, construcción, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio**

**IV.1.1 Selección de sitios.**

Para el establecimiento y operación de estaciones de servicio y del predio y/o las instalaciones, se debe cumplir con los siguientes requerimientos.

A.-El área de despacho de combustible, debe estar a una distancia de resguardo mínima de 15 metros medidos a partir del eje del dispensario, con respecto a lugares de concentración pública, del sistema de transporte colectivo (metro) o su equivalente en cualquier parte del territorio nacional u otros usos urbanos.

B.- El predio debe estar a una distancia de resguardo mínima de 100 metros con respecto a actividades clasificadas de alto riesgo, tomando como referencia al Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, respectivamente.

La distancia respecto a Plantas de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., se tomará desde los tanques de almacenamiento localizados dentro de dicha planta de gas, hacia el límite del predio propuesto para la Estación de Servicio.

C.-Los tanques de almacenamiento de la estación de servicio o de autoconsumo, se ubicarán a una distancia mínima de resguardo de 30 metros de líneas de transmisión de alta tensión, de vías férreas, de ductos que transporten hidrocarburos o del sistema de transporte colectivo (metro) o su equivalente en cualquier parte del territorio nacional.

D.-Respecto a la distancia de 30 m indicada en el punto anterior, con relación a ductos que transportan hidrocarburos, si por algún motivo se requiere la construcción de accesos y salidas sobre éstos, es requisito indispensable que para liberar la constancia de trámite correspondiente se adjunte a la documentación exigible, la descripción de los trabajos complementarios, aprobados por el propietario del ducto.

**E.-Los depósitos subterráneos de gasolinas y diesel, deben estar a una distancia no menor de 30 metros de lugares de concentración pública en general.**

F.-La superficie mínima del predio, debe sujetarse a los valores especificados en la siguiente tabla:

**SUPERFICIE MINIMA DEL PREDIO PARA ESTACIONES DE SERVICIO**

UBICACIÓN	SUPERFICIE MINIMA M <sup>2</sup>	FRENTE MINIMO (MTS LINEALES)	PRODUCTOS
<b>zona urbana</b>			
Esquina	400	20	gasolinas
No esquina	800	30	diesel**
carreteras	2,400	80	gasolinas y diesel
<b>zona rural</b>			
Dentro del poblado			
Fuera del poblado	400	20	gasolinas y diesel
	800	30	
<b>zonas especiales *</b>	Variable	15	gasolinas
<b>zonas marítimo portuarias</b>	Variable	20	gasolinas y diesel marino

**TABLA 4**

\* En este caso, se refiere a las minigasolineras que pretendan instalarse en zonas especiales tales como: centros comerciales, hoteles, estacionamientos públicos, establecimiento de servicio de lavado y engrasado y parques públicos, que por su ubicación y espacios disponibles constituyen puntos estratégicos a los que acuden y/o transitan grupos potenciales de consumidores.

\*\* El diesel será opcional, para las estaciones de servicio ubicadas en zona urbana.

G.-El diseño de la vialidad de acceso al predio de la estación de servicio, debe garantizar que no provoque conflictos en el flujo vehicular de la zona, para lo cual debe observar los lineamientos marcados en los planes de desarrollo urbano Estatal, Municipal o Federal.

En el caso de construir estaciones de servicio cercanas a curvas o pendientes pronunciadas, la distancia mínima a la que se encuentre la estación de Servicio será de 100 metros.

En carreteras estatales, federales y autopistas, debe apegarse a lo dispuesto en los reglamentos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Se exceptúa a las estaciones de servicio que ya se encuentren en proceso de construcción, con autorización del uso de suelo, licencia de construcción vigente y/o funcionando antes de la publicación de la Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

#### **IV.2 Requerimientos de Diseño y construcción de estaciones de servicio**

##### **IV.2.1 Generalidades**

##### **IV.2.1.1 Requerimientos de ubicación para estaciones de servicio.**

El predio donde se pretenda construir una estación, debe cumplir con los siguientes requisitos generales:

- a) No existan instalaciones de tipo industrial o de servicios colindantes con la Estación de Servicio, que expongan a un riesgo su seguridad.
- b) Las autoridades correspondientes evitaren el establecimiento de cualquier instalación, que genere un riesgo a las estaciones de servicio en áreas colindantes o cercanas.
- c) Con el objeto de prevenir eventuales daños a los inmuebles colindantes, la estación de servicio cumplirá con un estudio de Mecánica de Suelos en el cual se determinen:
  - La capacidad de carga del suelo.
  - El cálculo para la estabilidad de los taludes.
  - Determinación del bulbo de presión de las cargas procedentes de las construcciones colindantes a los tanques.
- d) El diseño de la estación de servicio, debe contemplar los factores de seguridad especificados en los Reglamentos locales de construcción, en las zonas en donde existan fenómenos naturales (sismos, huracanes, vientos e inundaciones), que garantice la prestación del servicio en esa localidad, por considerarse un servicio básico en caso de una emergencia.

e) A fin de operar de manera eficiente y segura los módulos de abastecimiento deben guardar las distancias mínimas requeridas entre éstos y los diversos elementos arquitectónicos que conforman la estación de servicio.

f) Los servicios diversos se proporcionaran, cuando así se requiera, en áreas conexas a las que ocupan las instalaciones de la estación de servicio, evitando obstruir la operación normal de esta última.

g) Los servicios de lavado y/o lubricación deben cumplir en lo referente al reciclaje de aguas residuales y condiciones de descarga, con lo establecido en la Norma NOM-031-ECOL/93.

#### **IV.2.2 Lineamientos.**

El diseño de una nueva estación de servicio, se apegará en su totalidad a los lineamientos establecidos por esta Norma y los establecidos en las especificaciones técnicas vigentes.

Una estación de servicio, para ejecutar trabajos de ampliación, remodelación, reparación, mantenimiento o sustitución de instalaciones, debe realizar los trabajos requeridos de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas vigentes, al manual de procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio actualizado.

##### **IV.2.2.1 Proyecto ejecutivo.**

Previo a la construcción de las estaciones de servicio, se elaborará el proyecto ejecutivo el que debe ser verificado en el cumplimiento de esta normatividad por la Unidad Verificadora de Proyecto, Construcción y Mantenimiento de Estaciones de Servicio, cuando la autoridad local lo requiera.

El proyecto de ingeniería de detalle para la estación de servicio, será desarrollado por una compañía especializada en la materia.

Los equipos, materiales y, en términos generales, todos los procedimientos de construcción serán sancionados por la Unidad Verificadora de Proyecto, Construcción y Mantenimiento de Estaciones de Servicio.

La obtención de permisos y Licencias ante las autoridades competentes, estarán a cargo del interesado, quien será el responsable de cumplir con las Leyes y Reglamentos vigentes, según la Entidad Federativa en donde pretenda construir o remodelar la estación de servicio.

#### **IV.2.3 Sistema de almacenamiento.**

##### **IV.2.3.1 Tanques de almacenamiento.**

###### **IV.2.3.1.1 Tanques subterráneos.**

Los tanques enterrados para el almacenamiento de combustible, deben tener sistemas de protección que garanticen que no se presentaran fugas de producto durante su operación y mantenimiento.

Los tanques de almacenamiento de combustible deben ser de doble pared y estarán garantizados por el fabricante, por un periodo de 30 años contra corrosión y defectos de fabricación.

El diseño de los tanques de almacenamiento será el apropiado para que siempre sea posible monitorear el espacio entre los contenedores primario y secundario, a fin de determinar la hermeticidad entre ambos recipientes.

Los tanques de almacenamiento de pared sencilla enterrados, que tengan una antigüedad igual o mayor a 15 años, deben ser sustituidos por tanques de doble pared en un plazo no mayor a un año.

Si las pruebas de hermeticidad de los tanques de almacenamiento de pared sencilla no son satisfactorias o no se puede demostrar que su antigüedad es menor a 15 años, se suspenderá su operación y se procederá a sustituirlos en los términos indicados en el párrafo anterior.

###### **IV.2.3.1.2 Tanques superficiales.**

El uso de tanques superficiales se permitirá exclusivamente en aquellos casos en que las características del subsuelo no sean las adecuadas para las instalaciones subterráneas.

Los resultados del estudio de mecánica de suelos serán considerados para determinar la necesidad de utilizar tanques superficiales en las instalaciones de las estaciones de servicio y solamente se permitirá cuando se trate de terrenos rocosos, con niveles freáticos altos o subsuelos muy inestables.

Los tanques de almacenamiento superficiales cumplirán con la disposición de doble contención.

Los tanques superficiales de doble pared quedaran confinados en gravilla cualquier otro material de relleno recomendado por los fabricantes y estarán cimentados sobre bases de concreto armado o de acero estructural (silletas cuando sean horizontales).

El uso de tanques superficiales de pared sencilla horizontales o verticales, queda restringido exclusivamente a aquellos lugares que tengan una distancia mínima de resguardo de 75 metros, respecto a zonas de desarrollo urbano .

Todos los tanques de almacenamiento superficiales de pared sencilla deben estar delimitados por diques de contención, con el fin de evitar que en caso de derrames o siniestros éstos se extiendan hacia otras áreas. La altura máxima del dique de contención será de 1.80 metros y su capacidad de contención será igual a 1.2 veces el volumen del tanque de mayor capacidad.

Atendiendo a las disposiciones ecológicas de la no contaminación del subsuelo, los pisos dentro de los diques de contención serán de concreto armado, impermeabilizado y con pendiente hacia los registros internos de drenaje.

#### **IV.2.3.2 Accesorios complementarios.**

Los accesorios mínimos, que se instalen en los tanques conforme a las especificaciones técnicas son los siguientes:

- Dispositivo electrónico para control de inventarios.
- Dispositivo de purga.
- Dispositivo para evitar el sobrellenado.
- Dispositivo para detección electrónica de fugas en espacio anular y contenedores de bombas sumergibles.
- Dispositivo para la recuperación de vapores durante la recepción de gasolinas (fase I).
- Contenedor para derrames de gasolinas y diesel en la boca toma del tanque de almacenamiento y bomba sumergible.

#### **IV.2.3.3 Excavaciones.**

La profundidad de la excavación para instalar los tanques de almacenamiento será aquella que permita instalar las tuberías de recuperación de vapores y producto, con una pendiente mínima del 1 % desde el dispensario más alejado hasta los tanques.

#### **IV.2.3.4 Instalación.**

Los tanques se instalarán directamente en la excavación que para tal efecto se lleve a cabo, de acuerdo a lo señalado en el proyecto.

En áreas que no tengan tráfico vehicular, la profundidad del tanque será por lo menos de 90 cm.

En áreas con tráfico vehicular, la profundidad del tanque será mayor o igual 125 cm.

En ambos casos la profundidad estará medida a partir del nivel del piso terminado hasta el lomo del tanque de almacenamiento incluyendo el espesor de la losa de concreto armado del propio piso.

En caso de que el nivel freático pueda provocar la flotación de los tanques de almacenamiento, éstos se deben fijar mediante cables de acero sujetos a anclas de concreto hidráulico.

Después de instalar un tanque de almacenamiento, se efectuarán pruebas para verificar la condición hermética en sus contenedores.

#### **IV.2.4 Sistema de distribución de producto.**

##### **IV.2.4.1 Garantía**

Las tuberías para manejo de producto estarán garantizadas por el fabricante para un mínimo de 10 años contra corrosión o defectos de fabricación.

Las tuberías para manejo de producto serán de doble contención, a fin de preservar el subsuelo de la posible contaminación causada por fugas de hidrocarburos.

Las tuberías para distribución de producto de pared sencilla con antigüedad igual o mayor a seis años, serán sustituidas por tuberías de doble contención en un plazo no mayor a un año.

Cuando no se pueda demostrar que la antigüedad de las tuberías es menor a seis años, éstas se sustituirán en los términos del párrafo anterior, ya que su antigüedad se considerará de más de 6 años.

Los diámetros de las tuberías estarán de acuerdo al cálculo determinado en el desarrollo de la ingeniería de detalle para cada caso particular.

Las tuberías para manejo de producto se instalarán con una pendiente mínima de 1 % hacia los tanques de almacenamiento.

En la llegada al dispensario de cada tubería para producto, se instalará una válvula de corte rápido (shut off), la cual estará anclada a un elemento rígido para asegurar su operación, de tal manera que la muestra de ruptura quede a nivel de piso terminado del propio módulo de abastecimiento.

#### **IV.2.4.2 Instalación.**

Las tuberías se cubrirán en toda su longitud y todo su alrededor con una capa de por lo menos 16 cm. de gravilla limpia y seca.

#### **IV.2.5 Sistema de recuperación de vapores y líneas de venteo.**

La instalación del sistema de recuperación de vapores es obligatoria para el Valle de México y en aquellas entidades donde la autoridad competente lo haga exigible.

El sistema de recuperación de vapores esta constituido por las fases I y II.

La fase I estará integrada por accesorios y dispositivos que permiten que los vapores de las gasolinas sean transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque, durante el proceso de descarga.

La fase II estará integrada por accesorios y que permitan que los vapores de las gasolinas sean transferidos del tanque de combustible del vehículo automotor hacia el tanque de almacenamiento de la Estación de Servicio.

Las tuberías para el sistema de recuperación de vapores y venteo se instalarán con una pendiente mínima de 1 % hacia el tanque de almacenamiento.

En cada dispensario, se instalará una válvula de corte rápido (shut off) en la tubería de recuperación de vapores, la cual estará anclada a un elemento rígido para asegurar su operación, de tal manera que la muesca de ruptura quede a nivel de piso terminado del propio módulo de abastecimiento.

Los venteos de los tanques de almacenamiento estarán dirigidos hacia zonas en donde no exista riesgo.

Si las tuberías se encuentran a menos de 3 metros, de cualquier muro que contenga vanos, las descargas de éstas estarán localizadas a 3 metros de altura a partir del punto más alto.

Si las tuberías se encuentran retiradas a más de 3 metros de construcción o zona transitada, éstas se instalarán a una altura mínima de 4 m. sobre el nivel de piso terminado.

En cada tanque de almacenamiento se instalará invariablemente una línea de ventilación.

En la línea de ventilación para tanques de almacenamiento de gasolina se instalará una válvula de presión vacío con arrestador de flama, cuando el sistema de recuperación de vapores sea del tipo asistido; o bién, una válvula de venteo cuando dicho sistema sea el de tipo balance. La capacidad de flujo de esta válvula se determinará de acuerdo al cálculo proporcionado por la ingeniería de detalle.

En la tubería de ventilación del tanque de almacenamiento para diesel se instalará un arrestador de flama.

#### **IV.2.5.1 Protección para tuberías metálicas.**

Las tuberías metálicas de pared sencilla para el retorno de vapores o ventilación estarán protegidas contra la corrosión.

#### **IV.2.6 Servicio de aire y agua.**

Es obligatorio y se instalará en los módulos de abastecimiento o en una zona independiente dentro de la Estación de Servicio de acuerdo a las necesidades que marque el proyecto correspondiente.

#### **IV.2.6.1 Instalación.**

Las tuberías para aire y agua se podrán instalar a 10 cm de separación de las tuberías para producto en la misma trayectoria. Si se instalan por separado, la profundidad mínima a partir del nivel de piso terminado será de 30 cm.

En las Estaciones de Servicio se instalará una cisterna para almacenamiento de agua.

#### **IV.2.7 Sistema de drenaje.**

Las estaciones de servicio estarán provistas de un sistema adecuado de drenaje para impedir la acumulación de agua dentro de sus instalaciones. Las dimensiones de los elementos serán de acuerdo con las necesidades de cada estación de servicio.

La pendiente mínima de las tuberías para drenaje será del 2 % y en cada caso se adaptarán a las condiciones topográficas del terreno.

En todo caso el sistema de drenaje cumplirá con lo dispuesto en el reglamento del servicio de agua y drenaje para el Distrito Federal o su similar para cada entidad federativa.

Si no existe red municipal, las aguas negras provenientes de los servicios sanitarios se canalizarán a una fosa séptica; las aguas aceitosas después de pasar por la trampa de gasolinas y diesel, se

canalizarán a un pozo de absorción y las aguas pluviales se canalizarán directamente al pozo de absorción.

La profundidad de las tuberías para drenaje serán de tal forma que permita su conexión a la red Municipal.

Por ningún motivo se conectarán los drenajes que contengan aguas aceitosas con los de aguas negras.

Las aguas pluviales en las techumbres de las áreas de despacho, se canalizarán directamente hacia el drenaje, por lo que queda prohibida su caída libre.

Las aguas recolectadas en el área de lavado y engrasado de vehículos automotores se canalizarán a una trampa de grasas y aceites, antes de continuar hacia la red interna de drenaje.

La zona de patios se drenará con rejillas distribuidas estratégicamente, para evitar la acumulación de aguas pluviales.

Dado que se cuenta con sistemas para la contención y control de derrames en la estación de servicio, no se permitirá la instalación de rejillas perimetrales, alrededor de la misma, ni en las áreas de despacho.

#### **IV.2.8 Trampa de combustibles.**

El agua recolectada en la zona de despacho y la de almacenamiento de gasolinas y diesel, lavado y lubricado, pasará por la trampa de gasolinas y diesel antes de descargarse al colector Municipal y en caso de no existir éste, se cumplirá con lo que señale la autoridad competente.

#### **IV.2.9 Sistema Eléctrico**

##### **IV.2.9.1 Detección electrónica de fugas**

El sistema de detección electrónica de fugas de una estación de servicio no estará fuera de operación por más de 24 horas.

Este sistema debe instalarse como mínimo en los siguientes puntos:

- En el espacio anular del tanque de almacenamiento.

- En el registro de la bomba sumergible.
- En el contenedor localizado abajo del dispensario.

Si la estación de servicio se encuentra dentro del radio de seguridad de 30 metros, indicado para las instalaciones del sistema de transporte colectivo metro o similar, deben instalarse obligatoriamente sensores en pozos de observación y monitoreo; si no es el caso será opcional.

#### **IV.2.9.2 Sellos eléctricos a prueba de explosión.**

En las canalizaciones eléctricas a los dispensarios, interruptores y en general cualquier equipo eléctrico que se localice dentro de las áreas peligrosas, se colocarán sellos para impedir el paso de gases, vapores o flamas de una área a otra.

En áreas clasificadas como peligrosas, el equipo y las instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión, junto con los receptáculos, clavijas, extensiones de alumbrado y todo equipo que posea contactos o dispositivos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas.

#### **IV.2.9.3 Interruptores de emergencia.**

Se instalará un mínimo de 4 interruptores de emergencia de golpe que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos de fuerza electromotriz, así como a los de alumbrado en dispensarios inclusive al conductor de tierras.

#### **IV.2.9.4 Sistema de conexión a tierra.**

El sistema de conexión a tierra impedirá la acumulación de cargas electrostáticas y canalizará a tierra las fallas por aislamiento, que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa.

#### **IV.2.9.5 Sistema de iluminación.**

La iluminación de cada una de las áreas exteriores que componen la Estación de Servicio, se realizará con luminarias de vapor de mercurio y/o lámparas fluorescentes.

Queda restringido el empleo de luminarias de vapor de sodio y cualquier otro tipo de iluminación que no proporcione luz blanca.

#### **IV.2.9.6 Alumbrado de emergencia.**

En la Estación de Servicio se instalará un sistema de alumbrado de emergencia con baterías para los casos en que falle el suministro eléctrico municipal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que cortar el mismo.

Este sistema de alumbrado, proporcionará una adecuada iluminación en pasillos, escaleras, accesos y salida de los edificios, así como en las zonas de despacho y rutas de evacuación, sirviendo además para señalar estas últimas.

#### **IV.2.10 Dispensarios.**

En los dispensarios se instalarán los siguientes accesorios:

- Válvula de corte rápido en líneas de producto.
- Válvula de corte rápido en líneas de recuperación de vapores.
- Válvula de corte rápido en mangueras.

#### **IV.2.11 Equipo contra incendio.**

En la estación de servicio se instalarán extintores de acuerdo a lo siguiente:

- Portátiles de nueve kilogramos cada uno y a base de polvo químico seco para sofocar incendios tipo A.B.C.

#### **IV.2.12 Circulaciones, accesos y salidas.**

El pavimento de las Estaciones de Servicio será de concreto armado en las áreas de despacho y almacenamiento de gasolinas y diesel, con pendiente mínima del 1 % hacia el drenaje.

#### **IV.2.13 Señalamientos.**

En las estaciones de servicio se instalarán señalamientos, dichos señalamientos se clasifican en Restrictivos, Preventivos, Informativos y Diversos.

#### **IV.2.14 Áreas verdes.**

Las estaciones de servicio se acondicionarán con áreas verdes.

### **IV.3 Operación, seguridad y mantenimiento.**

#### **IV.3.1 Generalidades**

En las estaciones de servicio existirán bitácoras para registrar detalladamente su operación, se anotará fecha, nombre y firma autógrafa de la persona responsable. Se registrará:

Los datos obtenidos del sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico de detección de fugas y de las pruebas de hermeticidad efectuadas en tanques y tuberías.

Los retiros o sustitución de equipos e instalaciones, prácticas de evacuación, así como de los trabajos de mantenimiento que se efectúen de acuerdo a los programas establecidos.

Todas las situaciones eventuales como accidentes personales, derrames accidentales de gasolinas y diesel, conatos de incendio, impactos de vehículos contra las instalaciones de la estación de servicio, etc.

Se prohíbe la venta de mercancías dentro de la estación de servicio por vendedores ambulantes.

Se prohíbe la venta de cualquier tipo de solvente y productos inflamables que pongan en riesgo la Estación de Servicio.

Con excepción de lubricantes, aditivos y anticongelantes, la venta y exhibición de mercancías diversas se efectuará dentro de locales comerciales expresamente destinados para este fin o en áreas localizadas fuera de zonas clasificadas como peligrosas.

La Unidad Verificadora de Proyecto, Construcción y Mantenimiento, verificará una vez al año, el estricto cumplimiento por parte de la Estación de Servicio, de todas las normas y procedimientos en materia de seguridad, operación y mantenimiento de las instalaciones.

#### **IV.3.2 Tanques de almacenamiento.**

##### **IV.3.2.1 Pruebas de hermeticidad.**

Los tanques de almacenamiento en operación, serán probados para verificar su hermeticidad de acuerdo a lo señalado en el manual de procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento en estaciones de servicio.

Las pruebas de hermeticidad realizadas por las empresas especializadas se aplicarán de acuerdo al siguiente programa:

TIPO DE TANQUE.	ANTIGUEDAD (AÑOS)	PERIODICIDAD
Pared sencilla	0-10	anual
	mayor de 10	semestral
Doble pared	---	cada 5 años

TABLA 5

Las pruebas de hermeticidad, deben ser auditadas por las unidades verificadoras de pruebas de hermeticidad reconocidas por la autoridad correspondiente.

Todas las Estaciones de Servicio deben generar, a través de su sistema de control de inventarios, un reporte mensual de la hermeticidad en sus sistemas de tanques, los cuales deben conservarse, para ser presentados a la autoridad competente, cuando así lo solicite.

Las pruebas de hermeticidad de tanques de almacenamiento deben ser efectuadas por un laboratorio especializado en pruebas de hermeticidad de tanques y tuberías del tipo "no destructivo".

#### IV.3.2.2 Retiro definitivo de tanques de almacenamiento en operación.

Los tanques de almacenamiento deben ser retirados de operación en forma inmediata cuando se presenten las siguientes condiciones:

- Cuando el resultado de la prueba realizada determine que el cuerpo del contenedor primario no es hermético.
- Cuando este fuera del rango de garantía otorgada por el fabricante.
- En caso de que los tanques de almacenamiento de pared sencilla al cumplir los 15 años, debe programarse su retiro
- Al cierre definitivo de la estación de servicio.

La sustitución de tanques de almacenamiento se efectuará con tanques nuevos de doble contención.

Los tanques que sean retirados definitivamente de operación, serán removidos de la estación de servicio, observando las medidas de seguridad indicadas en el manual de procedimientos; así mismo todos los residuos generados en las operaciones de limpieza interna del tanque a remover, deben ser colocados en contenedores metálicos y etiquetados de manera adecuada, para su envío posterior a tratamiento y/o confinamiento autorizado por la Autoridad competente en la materia.

Una vez concluidas las operaciones de limpieza o neutralización del tanque, éste podrá ser enviado a los confinamientos especificados que determinen las autoridades, o en su caso podrá enviar dicho recipiente a disposición de las empresas dedicadas a la recolección y recuperación de materiales ferrosos de desecho.

Queda prohibido estrictamente el reuso de los tanques de almacenamiento, que hayan sido retirados de la estación de servicio.

Por otra parte, el propietario debe realizar las medidas correctivas que sean necesarias, para determinar si existe o no contaminación del sitio por los hidrocarburos manejados.

El responsable notificará a las autoridades locales, de las operaciones para retirar definitivamente o temporalmente uno o varios tanques de almacenamiento con un mínimo de 72 horas.

#### **IV.3.2.3 Suspensión temporal de operación de tanques de almacenamiento.**

Los tanques de almacenamiento deben ser retirados temporalmente de operación, por trabajos de mantenimiento, limpieza, cambio de servicio u otras actividades relacionadas a la Estación de Servicio, que no impliquen necesariamente la sustitución del tanque.

El retiro temporal de operación de los tanques se efectuará observando las medidas de seguridad indicadas en el manual de procedimientos.

Al volver a entrar en operación los tanques de almacenamiento, debe realizarse la prueba de hermeticidad, independientemente del tiempo que haya permanecido fuera de operación.

#### **IV.3.2.4 Capacidad máxima de llenado.**

La capacidad máxima de llenado de un tanque de almacenamiento será de 95 % y estará regulado por una válvula de sobrellenado.

Queda prohibida la operación de tanques de almacenamiento que no tengan instalada la válvula de sobrellenado.

#### **IV.3.3 Manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en el mantenimiento y operación.**

##### **IV.3.3.1 En el mantenimiento.**

Los residuos sólidos peligrosos provenientes de los fondos de tanques de almacenamiento, tuberías y drenajes, serán recolectados en tambores metálicos, debidamente cerrados y etiquetados, almacenándose temporalmente en los sitios que cumplan con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y las Normas correspondientes.

Lo anterior también aplica para los hidrocarburos extraídos del drenaje y trampa de gasolinas y diesel, recuperados en las actividades de mantenimiento.

Posteriormente tales residuos, serán enviados a tratamiento y/o confinamiento autorizado por la Dependencia competente en la materia.

##### **IV.3.3.1.1 Residuos generados en la limpieza de los tanques de almacenamiento.**

Todos los residuos líquidos drenados y los sólidos provenientes de los fondos de los tanques, deben ser colectados y almacenados en tambores metálicos, debidamente etiquetados y posteriormente serán recolectados por una empresa autorizada por la autoridad competente, para que sean transportados a los sitios de reciclaje o disposición final.

##### **IV.3.3.1.2 Residuos generados en la limpieza de las instalaciones.**

Todos los residuos colectados tales como aceites gastados de automotores y estopas impregnadas con los mismos, deben ser almacenados temporalmente como se indicó anteriormente, para ser enviados a reciclaje y/o incineración a empresas que se dediquen a prestar dicho servicio y que cuenten con la autorización correspondiente.

##### **IV.3.3.2 En la operación.**

##### **IV.3.3.2.1 Por la prestación de servicio.**

Residuos del tipo orgánico e industriales no tóxicos, serán colectados en recipientes, para su disposición final.

#### IV.3.3.2.2 Por el cambio de equipo.

Todo el equipo que sea reemplazado por no cumplir con las especificaciones técnicas para las cuales fue diseñado, debe ser limpiado y sus residuos neutralizados y almacenados previo a la disposición final, para su recolección por empresas dedicadas a la recuperación de materiales ferrosos de desecho.

#### IV.3.4 Tuberías para conducción de producto, de recuperación de vapores y de venteo.

##### IV.3.4.1 Pruebas de hermeticidad.

Las tuberías en operación serán probadas para verificar su hermeticidad de acuerdo a lo señalado en el manual de procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento en estaciones de servicio.

Las pruebas de hermeticidad realizadas por las empresas especializadas se aplicarán de acuerdo al siguiente programa:

TIPO DE TUBERÍA	ANTIGUEDAD (AÑOS)	PERIODICIDAD
Pared sencilla	0 - 6	anual
	mayor de 6	semestral
Doble pared	---	cada 5 años

TABLA 6

Las pruebas de hermeticidad deben ser auditadas por las unidades verificadoras de pruebas de hermeticidad reconocidas por la autoridad correspondiente.

Todas las Estaciones de Servicio deben generar, a través de su sistema de control de inventarios, un reporte mensual de la hermeticidad en sus sistemas de tuberías, los cuales deben conservarse para ser presentados a la autoridad competente, cuando así lo solicite.

Las pruebas de hermeticidad de tuberías deben ser realizadas por un laboratorio especializado en pruebas de hermeticidad de tanques y tuberías del tipo "no destructivo".

##### IV.3.4.2 Retiro definitivo de tuberías en operación.

Las tuberías serán retiradas de operación de forma inmediata si se presentan las siguientes condiciones:

- Cuando el resultado de la prueba determine que el contenedor primario no es hermético.
- Cuando las tuberías estén fuera del rango de garantía otorgada por el fabricante.

- En caso de tuberías de pared sencilla al cumplir 6 años.
- Al cierre definitivo de la estación de servicio.

Todas las tuberías que sean retiradas definitivamente de operación, serán removidas de la Estación de Servicio, observando las medidas de seguridad indicadas en el manual de procedimientos, y deberán enviarse a los confinamientos específicos que determine la autoridad competente en la materia.

La sustitución de tuberías de pared sencilla para manejo de producto se efectuará con tuberías nuevas de doble contención.

Queda prohibido estrictamente el reuso de las tuberías, que hayan sido retiradas de la Estación de Servicio.

#### **IV.3.4.3 Suspensión temporal de operación de tuberías.**

Las tuberías pueden ser retiradas temporalmente de operación, por trabajos de mantenimiento, limpieza, cambio de servicio u otras actividades relacionadas a la Estación de Servicio, que no impliquen necesariamente la sustitución de las tuberías.

El retiro temporal de operación de tuberías se efectuará de acuerdo a las medidas de seguridad indicadas en el manual de procedimientos.

Al volver a entrar en operación debe realizarse la prueba de hermeticidad, independientemente del tiempo que haya permanecido fuera de operación.

#### **IV.3.5 Sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico**

##### **IV.3.5.1 Generalidades.**

En las estaciones de servicio se instalarán sistemas de control de inventarios y monitoreo electrónico.

El encargado de la estación de servicio, en cada cambio de turno o como máximo cada 24 hr, revisará y registrará en la bitácora que el sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico se encuentren funcionando correctamente.

#### **IV.3.5.2 Sistemas de control de inventarios.**

Todas las Estaciones de Servicio en operación, deben contar con un sistema electrónico de control de inventarios, que opere en forma continua.

#### **IV.3.5.3 Detección electrónica de fugas.**

Todas las Estaciones de Servicio en operación, deben contar con un sistema de detección electrónica de fugas para líquidos y vapores de hidrocarburos.

El sistema de detección electrónica de fugas de una estación de servicio no debe estar fuera de operación por más de 24 horas.

#### **IV.3.6 Válvulas de corte rápido en dispensarios.**

Las válvulas de corte rápido se revisarán mensualmente por el encargado de la estación de servicio a fin de comprobar su correcto funcionamiento.

#### **IV.3.7 Instalación eléctrica.**

Las instalaciones eléctricas se revisarán mensualmente, de acuerdo a un programa de mantenimiento preventivo, vigilando que se cumplan las especificaciones técnicas conforme a la clasificación de áreas peligrosas, de esta revisión se elaborará una acta que con el listado de puntos revisados y la firma autógrafa del encargado, manteniéndola a disposición de la autoridad correspondiente.

Anualmente una compañía especializada y con personal registrado como unidad verificadora eléctrica ante la autoridad correspondiente, revisará y certificará por escrito las condiciones en que se encuentra la instalación eléctrica.

#### **IV.3.8 Equipo contra incendio.**

El equipo contra incendio estará sujeto al siguiente programa de mantenimiento:

- Revisión semestral para verificar su estado general, la cual quedará registrada en una bitácora y en el extintor.
- Mantenimiento integral una vez al año por una compañía especializada, con vaciado total y recarga, marcado en el extintor.
- Cuando un extintor sea removido de su lugar para su recarga y/o reparación, debe reemplazarse por otro de las mismas características durante el tiempo que el primero esté fuera de servicio.

#### **IV.3.9 Drenajes y trampas de combustibles**

El sistema de drenaje se mantendrá libre de polvo, para lo cual se limpiará periódicamente.

Se debe verificar diariamente que la trampa de gasolinas y diesel se conserve libre de hidrocarburos y se encuentre en condiciones de operación.

El producto extraído de la trampa de gasolinas y diesel será recolectado en un tambor cerrado, el cual tendrá un letrero señalando el producto que contiene en uno de sus costados y la leyenda o aviso que alerte de la peligrosidad del mismo. El propietario contratará una empresa autorizada por la autoridad competente, que se encargue del retiro, tratamiento y disposición final de dicho producto. Se registrará en bitácora las fechas en las cuales realizó esta actividad.

En las áreas de lavado y lubricado los desperdicios de las trampas deben ser retirados para su disposición final de manera que no se acumulen más de 200 lts. de contaminantes, para lo cual el propietario contratará una empresa autorizada por la autoridad competente, que se encargue del producto, debiendo registrar en bitácora las fechas en las cuales realizó esta actividad.

El depósito temporal de desperdicios, se ubicará fuera del área visual de las zonas de atención al público y alejadas de éstas, en lugares donde no se produzcan molestias por malos olores y de fácil acceso para su desalojo diario.

#### **IV.3.10 Señalamientos.**

En la estación de servicio se instalarán señalamientos que cumplan con las especificaciones técnicas, en cuanto a características y ubicación.

Adicionalmente en el interior de las oficinas se colocarán señalamientos fotoluminiscentes, que indiquen las rutas de evacuación preestablecidas.

Los señalamientos se adecuarán, en lo procedente, al Programa Interno de Protección Civil elaborado para cada estación de servicio, los cuales serán objeto de una revisión mensual.

El encargado vigilará que los señalamientos sean respetados por quienes circulen en la estación de servicio.

#### **IV.3.11 Lavado y limpieza de áreas.**

Es responsabilidad del titular o encargado de la Estación de Servicio mantener en condiciones aceptables todas las áreas que la conforman, por lo que procederán a realizar acciones tendientes al lavado y limpieza integral de todas las instalaciones, a fin de evitar la acumulación de basura, desperdicios y/o residuos de gasolinas y diesel. Por ningún motivo debe usar gasolina o solventes para realizar estas actividades.

Se recomienda utilizar productos que sean biodegradables para la limpieza de las áreas de despacho y almacenamiento de gasolinas y diesel.

Los baños deben permanecer completamente limpios y asépticos en todo momento, y con los artículos y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

#### **IV.3.12 Recepción de autotanque y descarga de combustible.**

La recepción del autotanque y de la descarga de gasolinas y diesel, cumplirán con los lineamientos señalados en el manual de procedimientos de operación y mantenimiento de estaciones de servicio.

Son responsables de la operación de descarga del combustible, el operador del autotanque y el encargado de turno de la Estación de Servicio, los cuales tendrán la facultad de determinar si las condiciones de la Estación de Servicio, son las adecuadas para proceder a la descarga del combustible.

Antes de iniciar la descarga de combustible del autotanque, éste debe estar completamente inmovilizado y aterrizado; realizar la conexión de la manguera para la recuperación de vapores, en caso de que exista este sistema, y dicha manguera será la última en desconectarse después de terminar la operación de descarga.

La descarga de combustible del autotanque se realizará con una sola manguera y nunca de manera simultánea a dos o más tanques.

Durante la operación de descarga de combustible, no se utilizarán los dispensarios que se surtan del tanque de almacenamiento que reciba el producto, ni de los que se encuentren sifoneados a éste.

#### **IV.3.13 Despacho de combustible.**

El despacho de combustible a los tanques de los vehículos automotores será de acuerdo a los lineamientos señalados en el manual de procedimientos, seguridad y mantenimiento de Estaciones de Servicio.

Son responsables de la operación de despacho de combustible las personas encargadas de los dispensarios o el público que los utilice cuando sea el de autoservicio.

Es obligación de toda persona que se encuentre dentro de una estación de servicio, acatar las disposiciones de seguridad que marque el personal del establecimiento y cumplir con lo indicado en los señalamientos internos.

Solo se puede despachar combustible bajo las siguientes condiciones:

- A vehículos que tengan el tapón correspondiente en el tanque de combustible.
- A conductores que no se encuentren en estado de ebriedad o bajo los efectos de sustancias psicotrópicas o enervantes.
- En recipientes que sean de plástico o metálicos, que estén en buen estado y con cierre hermético.

Es responsabilidad del despachador, que no haya derrames de gasolinas y diesel en su área de servicio.

El suministro de combustible debe suspenderse al presentarse el disparo automático de la pistola despachadora, quedando prohibida su reactivación.

#### **IV.3.14 Control de derrames.**

Al ocurrir un derrame de combustible, se realizarán las siguientes acciones:

- Suspender la fuente de energía que alimenta al sistema de fuerza de la estación de servicio.
- Eliminar todas la fuentes de ignición cercanas al área del derrame.
- Eliminar los vapores de combustible mediante lavado abundante del piso utilizando productos absorbentes de hidrocarburos.

Si por las características del derrame se llegara a rebasar la capacidad de control por parte de los trabajadores de la estación de servicio, se procederá a reportar de inmediato el hecho a la autoridad local correspondiente, así como tomar las medidas de emergencia indicadas en el Programa Interno de Protección Civil, aprobado por la autoridad local.

En caso de un derrame de combustible durante la descarga, se accionarán las válvulas de cierre de emergencia del autotanque, se corregirá la falla o se suspenderá la operación, se procederá al control del derrame para evitar la existencia de atmósferas explosivas o tóxicas, una vez controlado el derrame, el área debe ser limpiada con abundante agua y recolectada en la trampa de gasolinas y diesel, o con productos absorbentes adecuados.

#### **IV.3.15 Circulación de vehículos**

Todo el personal de turno que opera la estación de servicio es responsable de la observancia de las siguientes disposiciones:

- El límite máximo de velocidad es de 10 Km/hr. para toda clase de vehículos.
- Que todos los vehículos respeten la velocidad y el sentido de la circulación.
- Que los vehículos no circulen, bajo ninguna circunstancia, sobre las mangueras utilizadas para el despacho de gasolinas y diesel.

Queda prohibido utilizar las áreas de despacho y almacenamiento de gasolinas y diesel de la estación de servicio y las que no estén expresamente identificadas como tales, para estacionamiento de vehículos.

#### **IV.3.16 Medidas de seguridad para las estaciones de servicio, cercanas a los sistemas de transporte colectivo (metro, tren ligero y su equivalente).**

Todas las estaciones de servicio en operación, que se encuentren dentro de un radio de seguridad de 30 metros de los sistemas de transporte colectivo, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Certificado otorgado por la instancia correspondiente, en el cual indique la localización del muro de contención de las instalaciones subterráneas del Sistema de Transporte Colectivo Subterráneo, con la colindancia más cercana del predio donde se ubica la estación de servicio.
- Los tanques de almacenamiento se instalarán a una distancia mínima de 30 metros con respecto al muro de contención.

#### **IV.3.17 Programa Interno de protección civil.**

En la estación de servicio se establecerá por escrito un Programa Interno de Protección Civil, elaborado en los términos que señale la autoridad local.

En caso de una contingencia dentro de las instalaciones de una estación de servicio, se suspenderá de inmediato la operación hasta en tanto no se normalice la situación.

En caso de que la contingencia se presentara fuera de la estación de servicio, dentro de un radio de 50 metros y pudiera presentar peligro para el público o las instalaciones, se suspenderá igualmente el servicio, hasta que la situación se normalice.

#### **IV.3.17.1 Capacitación y adiestramiento.**

El propietario de la estación de servicio, proporcionará a sus trabajadores la capacitación en prevención de accidentes y enfermedades de acuerdo a lo establecido en las fracciones XIII, XIV y XV del artículo 123 Constitucional y artículo 153 A y 153 H de la Ley Federal del Trabajo a través de Instituciones Especializadas.

El propietario es responsable de que todo el personal conozca los siguientes aspectos y documentos de seguridad y operación.

- Programa Interno de Protección Civil.
- El Reglamento Interno de Labores.
- Nociones Básicas de Seguridad.
- Ubicación del Equipo Contra incendio.
- Uso Apropriado de Extintores.
- Ubicación de Botones de Paro de Emergencia.
- Localización de Tableros Eléctricos y Circuitos que controla.
- Ubicación de Trampas de Combustible, su funcionamiento y Medidas de Seguridad.
- Características de los Gasolinas y diesel.
- Nociones de Primeros Auxilios.
- Interpretación de señales de alarma del sistema de control de inventarios y monitoreo de fugas.

#### **IV.4 Mejoras de instalaciones existentes.**

Todas las Estaciones de Servicio en operación, que procedan a realizar trabajos de remodelación y/o ampliación, deben tramitar los permisos correspondientes ante las autoridades competentes.

#### **IV.5 Desmantelamiento de instalaciones.**

Las estaciones de servicio que sean puestas fuera de operación, por el término de la vida útil de sus equipos, cambios de la ubicación de la misma u otros, debe dar cumplimiento a los siguientes requerimientos:

- Deben presentar un programa calendarizado, para ser sometido a la aprobación de la autoridad competente.
- Debe cumplir con lo señalado en el manual de procedimientos.
- Retiro definitivo de tanques de almacenamiento en operación.
- Recomendaciones para el abandono o retiro de tanques de almacenamiento enterrados, usados en estaciones de servicio con forme a lo señalado en el manual de procedimientos.
- Retiro definitivo de tuberías en operación.
- Por otra parte, todos los residuos peligrosos generados en el desmantelamiento de la estación de servicio, cumplirán con las Normas indicadas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su reglamento en materia de Residuos Peligrosos.
- Además, el responsable de la estación de servicio, debe presentar ante la SEMARNAP, todos los documentos que avale que el sitio por abandonar, se encuentra libre de contaminantes o en su caso, ha sido restaurado; de acuerdo a los parámetros de remediación y control establecidos por la autoridad correspondiente.

## CAPITULO QUINTO

### ANALISIS DE LAS NORMAS, DE LAS ESPECIFICACIONES Y DEL PROYECTO DE NORMA EN MATERIA DE ESTACIONES DE SERVICIO O GASOLINERAS

#### V.1 Normatividad mexicana existente en materia de estaciones de servicio o gasolineras

##### V.1.1 Norma oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995

Establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's de gasolina en estaciones de servicio ubicadas en el valle de México, y contempla los siguientes puntos:

- Eficiencia
- Tasa volumétrica
- Tuberías de venteo
  - Pendiente mínima hacia el tanque
  - Válvula presión/vacío
  - Arrestador de flama
  - Altura mínima
  - Tipo de uniones
- Tuberías de vapores
  - Pendiente mínima hacia el tanque
- Sistema tanque de almacenamiento - autotanque
  - Fase I
  - Contenedor de derrames
- Sistema tanque de almacenamiento - vehículo automotor
  - Fase II
- Tanques de almacenamiento y tuberías
  - Pruebas de hermeticidad
  - Prueba de contrapresión y bloqueo
- Unidad de procesamiento de vapores excedentes
  - Distancia mínima horizontal para venteos
  - Distancia mínima horizontal para modulo de despacho de combustible
  - Tipo de material de la base

#### **V.1.1.1 Recomendaciones**

1.- Durante la descarga de gasolina al tanque de almacenamiento se generan cargas estáticas en el sistema de descarga por lo que se sugiere aterrizar el autotanque.

2.- El punto de llenado del tanque de almacenamiento cuenta con un contenedor de derrames, este contenedor cuenta a su vez con una válvula de drenado de combustible. Una vez usada dicha válvula asegurarse de que quede bien colocada en su sitio, con la finalidad de asegurar la hermeticidad del tanque de almacenamiento.

3.- En ocasiones no será posible alcanzar la pendiente mínima del 1 % en la línea de recuperación de vapores ubicada en el dispensario por el tipo de material empleado (acero al carbón) por lo que se sugiere emplearla sin pendiente.

#### **V.1.2 Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995.**

El método que dio origen a la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995 fue el método desarrollado por el IMP, establece los parámetros para evaluar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo, contemplando los siguientes puntos:

- Principio del método de medición
- Medidas de preparación del equipo
- Preparación de los vehículos para la medición
- Procedimiento de medición
- Procedimiento para la carga de gasolina en los vehículos
- Medición de las emisiones básicas y las emisiones remanentes
- Cálculo de la eficiencia de recuperación de hidrocarburos
- Requerimientos adicionales
  - Instalación del sistema de recuperación de vapores
  - Temperatura de trabajo
  - Conexiones de medición
    - Puertos de muestreo
- Equipo de medición
- Condiciones técnicas generales para el sistema de recuperación de vapores
  - Flujo de combustible
- Selección de la flota vehicular

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

## V.1.2.1 Monitoreo de emisiones en el procesador de vapores (propuesta)

En virtud de no encontrarse reglamentado el monitoreo de emisiones en el procesador de vapores dentro de la Norma Oficial mexicana NOM-093-ECOL-1995, se sugiere lo siguiente:

Para el caso de SRV's que cuenten con procesador de vapores se debe efectuar el monitoreo de sus emisiones a la atmósfera. Con esta finalidad pueden emplearse los siguientes equipos:

### a) Analizador de dióxido de azufre

El funcionamiento del analizador de dióxido de azufre, se basa en medir la fluorescencia del SO<sub>2</sub> debido a la absorción de energía de luz ultravioleta. El dióxido de azufre absorbe esta energía en la región de 190-230 nm sin que el aire cause inhibición y relativamente libre de otras interferencias. Las interferencias causadas por aromáticos polinucleares (apn) se reducen mediante supresor o contador de hidrocarburos.

La lámpara de luz ultravioleta emite una radiación ultravioleta, que atraviesa un filtro que deja pasar luz en una longitud de 240 nm, que al excitar las moléculas de dióxido de azufre produce una fluorescencia característica que es medida por un tubo fotomultiplicador (ftm). Antes de que la fluorescencia emitida por las moléculas de dióxido de azufre sea medida por el tubo fotomultiplicador, esta pasa a través de un filtro óptico de 250-390 nm el proceso se rige por las siguientes ecuaciones.



La fracción de luz ultravioleta absorbida,  $I_a/I_0$ , viene dada por:

$$I_a/I_0 = \text{EXP}(-abc)$$

Donde  $I_0$  es la intensidad inicial de luz ultravioleta,  $I_a$  la intensidad después de la absorción por la presencia de SO<sub>2</sub>,  $a$  el coeficiente de absorción de SO<sub>2</sub>,  $b$  la longitud del camino y  $c$  la concentración de SO<sub>2</sub> el dióxido de azufre, excitado a su estado básico emitiendo una fluorescencia característica.



Si la concentración de SO<sub>2</sub> es relativamente baja, la longitud del camino de la luz es corta y el fondo es aire, la reacción fluorescente que incide en el tubo fotomultiplicador es directamente proporcional a la concentración de bióxido de azufre.

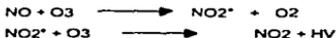
En la figura 10 se ilustra el principio de funcionamiento del analizador de bióxido de azufre.

La luz ultravioleta se enfoca hacia la cámara de reacción atravesando un filtro paso de banda estrecho de 214 nm. Dentro de la cámara excita las moléculas de SO<sub>2</sub> para generar una emisión fluorescente a una longitud de onda característica. Un segundo filtro hace que solamente la emisión fluorescente incida sobre el tubo fotomultiplicador, la energía luminiscente que incide sobre el tubo fotomultiplicador, es procesada para convertirla en una señal de tensión directamente proporcional a la energía de la luz contenida en el haz que se analiza como muestra.

La luz ultravioleta es medida por un detector de ultravioleta. En la parte electrónica se comparan la salida del tubo fotomultiplicador con la salida del detector de ultravioleta, con la finalidad de compensar las variaciones de energía ultravioleta, la luz adicional es la luz de fondo que se produce con una concentración cero de bióxido de azufre. Una vez sustraída la luz de fondo, la señal resultante es directamente proporcional a la concentración de bióxido de azufre en la muestra tomada.

#### b) Analizador de óxidos de nitrógeno

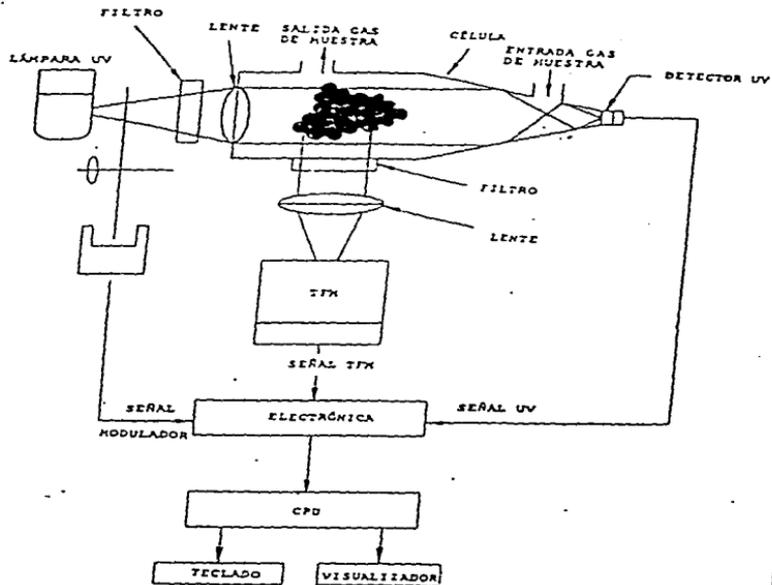
Los analizadores han sido diseñados para la medición de concentraciones de óxido nítrico, óxidos de nitrógeno totales y dióxido de nitrógeno. El instrumento mide la intensidad luminosa de la reacción quimiluminiscente entre el óxido nítrico y el ozono como se describe en la siguiente ecuación:



Se genera luz cuando las moléculas de NO<sub>2</sub> excitadas electrónicamente emiten un fotón y pasan a un estado de menor energía. Se sabe que la intensidad luminosa generada es directamente proporcional a la concentración de óxido nítrico presente en la muestra de aire.

En primer lugar el analizador toma muestras y mide la concentración de óxido nítrico, digitalizando varias muestras de la señal procedentes del tubo fotomultiplicador del instrumento. Después una

FIGURA 10: PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL ANALIZADOR DE BIXIDO DE AZUFRE



válvula hace pasar el flujo de muestra a través de un convertidor de molibdeno calentando a 315 °C que reduce el dióxido de nitrógeno presente, mediante la reacción:



Después, el analizador mide la concentración de óxidos de nitrógeno totales, digitaliza la salida del tubo fotomultiplicador, y mediante la sustracción de valores de óxidos de nitrógeno totales y óxido nítrico en el procesador interno de la parte electrónica se obtiene la concentración de dióxido de nitrógeno con lo que se obtiene una salida constante de información de los tres parámetros (figura 11).

Para una correcta operación debemos de asegurarnos que los siguientes elementos operen según las especificaciones siguientes:

**SISTEMA OPTICO.** En esta parte del instrumento deberán obtenerse las temperaturas marcadas por el manual, así como la presión negativa indicada por este. En la mayoría de los instrumentos es posible verificar estas temperaturas, por medio del indicador o pantalla principal del instrumento.

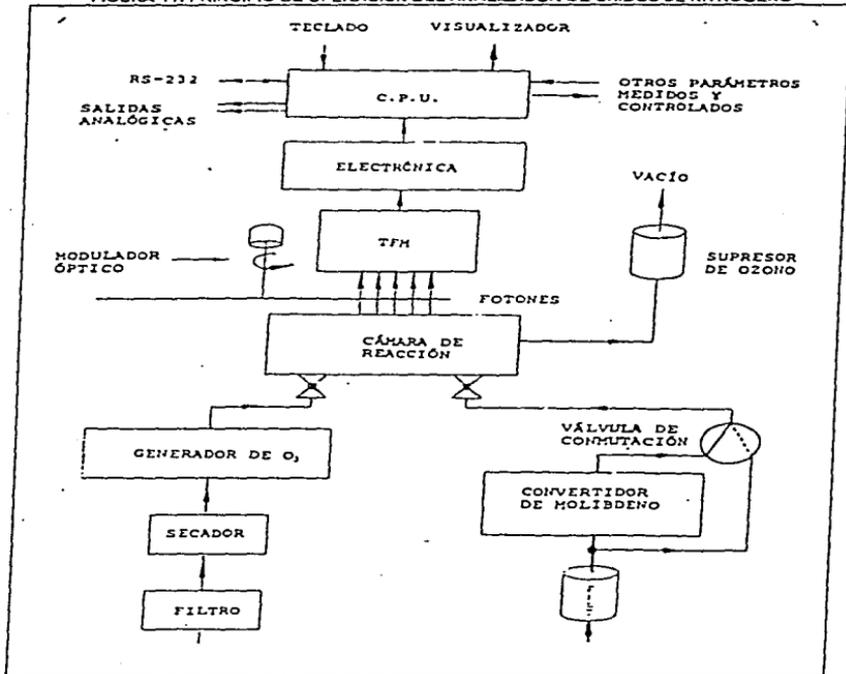
**TEMPERATURA DEL CONVERTIDOR DE MOLIBDENO.** Esta deberá ser ajustada según las especificaciones del manual, el convertidor de molibdeno tiene un tiempo de vida útil, eso depende varios factores, por lo que es recomendable checar la eficiencia del convertidor con cierta regularidad y si esta no es la recomendada deberá ser reemplazado por una unidad nueva.

Ya que si esto no se realiza, se tendrán lecturas erróneas en el canal de dióxido de nitrógeno.

**SEÑALES DE SALIDA.** La señal de salida (ya sea voltaje o una corriente) deberá ser ajustada correctamente, si esto no sucediera los valores obtenidos serían falsos. En el caso de los analizadores de óxidos de nitrógeno, se tienen tres canales, uno por cada contaminante (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) de tal manera que la suma o resta de ellos siga la siguiente relación.



FIGURA 11: PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL ANALIZADOR DE OXIDOS DE NITRÓGENO



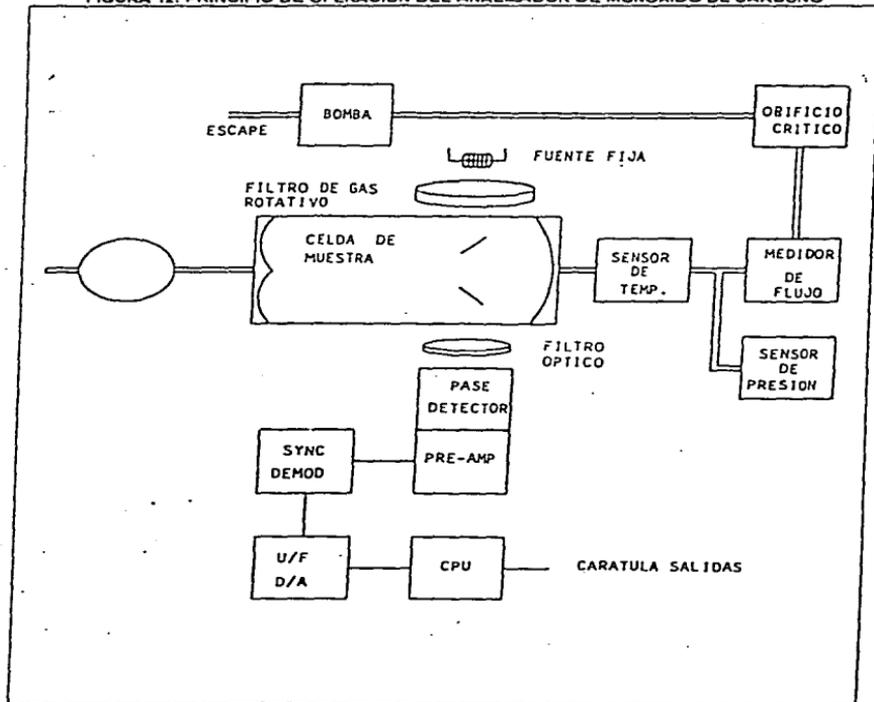
**GENERADOR DE OZONO.** Ya que la reacción requiere de ozono (O<sub>3</sub>) para llevarse a cabo, es necesario que el generador se encuentre encendido durante todos los procesos a excepción de los periodos que marque el manual, otro factor importante, es la calidad del aire que será ozonizado y enviado a nuestra cámara de reacción. Este debe ser seco y cumplir con las especificaciones señaladas. Así como el flujo que se marca en el manual deberemos tener cuidado en esta parte del instrumento, ya que el proceso de generación de ozono se maneja altos voltajes. Es recomendable que los gases que se generan en esta reacción sean desalojados fuera de la estación.

**c) Analizador de monóxido de carbono**

La detección y medición del monóxido de carbono en este tipo de analizador esta basado en la absorción de la radiación infrarroja por las moléculas de monóxido de carbono en longitudes de onda cercanas a los 4.7 micrones. En la practica estos analizadores utilizan un elemento calentando a alta energía para generar una banda ancha de luz infrarroja. Esta luz es pasada a través de un filtro de gas rotativo (llamada rueda de correlación) que causa que el rayo pase alternativamente a través de una celda llena con una mezcla de monóxido de carbono balance nitrógeno (celda de referencia). Esta alternación ocurre a una proporción de un numero de ciclos establecidos por segundo y provoca que el rayo sea modulado en pulsos de referencia y medida durante un pulso de referencia, el filtro de gas rotativo despoja efectivamente al rayo de toda energía infrarroja en longitudes de onda donde el monóxido de carbono puede ser absorbido. Esto resulta en un rayo que no es afectado por ningún monóxido de carbono presente en la celda de muestra. Durante el pulso de medida, el nitrógeno en el filtro rotativo no afecta al rayo que puede ser alterado en forma subsiguiente por cualquier monóxido de carbono presente en la celda de muestra. El filtro de gas rotativo también incorpora una marca óptica cortante que sobrepone una modulación de ciclos establecidos por segundo y clara/oscuro en el rayo infrarrojo. Esta modulación de alta frecuencia es incluida para maximizar el desempeño del detector señal/ruido (ver figura 12).

Después del filtro de gas rotativo el rayo infrarrojo ingresa a la celda de muestra multipaso. Esta celda de muestra utiliza ópticos plegables para generar una trayectoria de absorción de varios metros de longitud con la finalidad de alcanzar la máxima sensibilidad. Después de salir de la celda de muestra, el rayo pasa a través de un filtro de interferencia de bandas para limitar la luz a la longitud de onda de interés. Finalmente el rayo golpea al detector que la mayoría de los casos, es un fotoconductor de estado sólido enfriado termoelectricamente. Este detector, junto con un preamplificador y suministro de voltaje modulado. La salida del detector es electrónicamente

FIGURA 12: PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO



demodulada para generar dos voltajes de corriente directa, medición de monóxido de carbono y referencia de monóxido de carbono. Estos voltajes son proporcionales a la intensidad de la luz incidiendo en el detector durante el pulso de medición y el pulso de referencia respectivamente.

Al operar este instrumento deberemos de tener cuidado en los siguientes puntos:

**TEMPERATURA DEL SISTEMA OPTICO.** Ya que la humedad en la muestra es un posible interferente en nuestras mediciones, debemos asegurarnos que el instrumento opere con las temperaturas especificadas en el manual de operación.

**INTENSIDAD DE LA FUENTE DE RADIACION INFRARROJA Y SEÑALES GENERADAS POR ESTA.** El instrumento requiere de algunas intensidades y señales electrónicas para su correcta operación; por lo que debemos estar seguros que son las correctas, en el posible caso de que no lo sean, es necesario realizar el procedimiento de ajuste, conforme a lo especificado en el manual.

**d) Analizador de bióxido de carbono**

El principio de operación es similar al equipo de monóxido de carbono (filtrado de luz infrarroja).

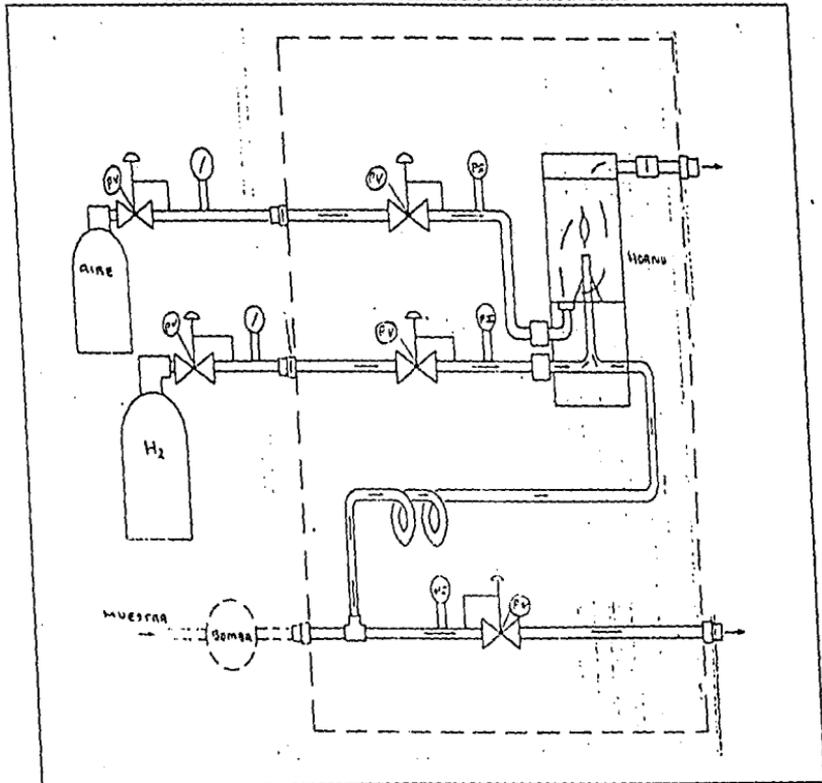
**e) Analizador de Hidrocarburos.**

Para la determinación de los hidrocarburos, la técnica mas comúnmente utilizada es la detección de la ionización de flama.

Utilizando el sistema de determinación de ionización de flama en combinación con un filtro cortador de hidrocarburos es posible obtener resultados de hidrocarburos totales (THC), así como de metano (CH<sub>4</sub>).

El instrumento consta esencialmente de un sistema de detección donde se encuentran contenidos un quemador que esta conectado directamente a una línea de hidrógeno, un puerto de aire libre de hidrocarburos que mantiene un suministro constante de aire a la cámara de detección, un puerto de muestra, un filtro cortador de hidrocarburos y un sistema de válvulas sincronizadas electrónicamente por el microprocesador donde también serán guardadas las señales recibidas por el detector. La muestra es dividida en dos corrientes para la determinación de hidrocarburos (ver figura 13).

FIGURA 13: VISTA INTERNA Y EXTERNA DEL ANALIZADOR DE HIDROCARBUROS



La primer corriente, es conducida directamente al sistema de detección donde será quemada por la flama presente en el sistema de detección, al realizarse este proceso se generara un potencial electrónico que es medido por el detector y enviado al microprocesador como una señal de hidrocarburos totales. La segunda corriente de aire ambiente es pasada a través del filtro cortador de hidrocarburos que solamente permite el paso del metano y que posteriormente será enviado a la cámara de detección donde se realizara el mismo proceso que con la primer corriente de aire, pero la señal generada será enviada como metano al microprocesador. Posteriormente, el microprocesador restara a la señal de hidrocarburos totales la del metano y la diferencia la reportara como hidrocarburos no metanos.

**f) Analizador de oxígeno**

El principio de operación es la detección de la diferencia en conductividad eléctrica producida al hacer los gases a través de una celda de óxido de circonio (conductividad eléctrica).

**g) Sistema de dilución y acondicionamiento de muestra**

Este sistema es utilizado para proveer las condiciones adecuadas para el buen funcionamiento de los analizadores. Regula la presión, temperatura, contenido de partículas y flujos de operación para cada uno de los analizadores.

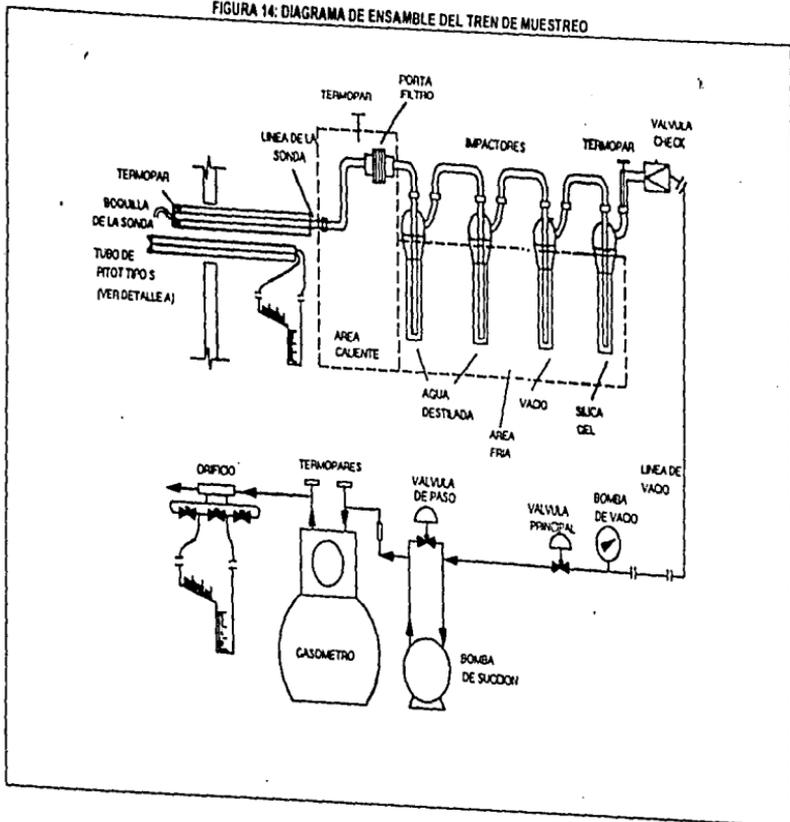
**h) Calibrador dinámico.**

Este equipo esta diseñado para efectuar la calibración de los equipos analizadores bajo régimen de flujo; cuenta con múltiples entradas para alimentarle gas patrón de concentración conocida así como para aire cero. El equipo mide y regula por medios electrónicos el flujo de estos gases descargando la mezcla con una dilución ajustada por el operador.

**i) Muestreador de chimeneas**

Para la determinación de flujo volumétrico, partículas, humedad, temperatura de los gases de chimenea. Para determinación de concentración de partículas totales se emplean filtros. La medición indirecta del flujo de gases emitidos se efectúa con un tubo pitot tipo S y un manómetro inclinado de precisión. La humedad es por condensación en impactores con baño de hielo y un termopar bimetálico para la temperatura (ver figura 14).

FIGURA 14: DIAGRAMA DE ENSAMBLE DEL TREN DE MUESTREO



#### **V.1.2.1.1. Procedimiento de análisis de emisiones**

Para efectuar la caracterización de las emisiones por el puerto de muestreo se coloca una sonda de teflón, de aproximadamente 50 m de longitud, la cual tendrá una resistencia eléctrica en espiral que cubre toda su longitud y estará debidamente aislada con el propósito de mantener los gases extraídos de la chimenea a una temperatura mayor a 300 °F y así evitar condensaciones durante su trayectoria. A través de esta sonda circula la muestra proveniente de la chimenea y se conduce al laboratorio móvil, donde es introducida al equipo de acondicionamiento y dilución el cual posteriormente, distribuye la muestra a cada equipo analizador para determinar la concentración de cada contaminante.

Además del monitoreo de emisiones contaminantes en el procesador de vapores se sugiere la evaluación de la concentración de hidrocarburos emitidos a la atmósfera si dichos vapores no fueran incinerados, esto con la finalidad de comparar las ventajas o desventajas del procesador de vapores.

#### **V.1.2.1.2 Ventajas del monitoreo**

a) Se podrá determinar si el SRV<sup>c</sup> asistido por vacío es mejor con incinerador o sin él, ya que se conocerá el impacto al medio ambiente<sup>c</sup> de los contaminantes generados durante la combustión y el impacto si los vapores de gasolina fueran emitidos libremente a la atmósfera.

Con este resultado se podría mejorar la calidad del aire de la ZMCM ya que actualmente existen aproximadamente 80 gasolineras utilizando la tecnología OPW (asistido por vacío sin incinerador) y aproximadamente 80 gasolineras utilizando la tecnología HASSTECH y HIRT (asistido por vacío con incinerador).

b) Se podrán poner a punto (mejorar la combustión) los incineradores empleados en el sistema asistido por vacío con incinerador.

<sup>c</sup> El impacto al medio ambiente se puede determinar haciendo uso de datos de temperatura, presión, velocidad y dirección de vientos, monitoreo de emisiones contaminantes en el procesador de vapores y monitoreo de inmisiónes cerca de las instalaciones de la estación de servicio por lo que este estudio está fuera del alcance de este tema de tesis.

#### **V.1.2.2 Propuesta del método para evaluar la eficiencia de laboratorio de SRV's de gasolina.**

Se ha comprobado que el método de medición de captura total de vapores contemplado en la **NOM-093-ECOL-1995** es un método muy exacto, pero presenta una desventaja muy importante, ya que para la evaluación de un SRV's se requiere de por lo menos 30 días. Debido a lo anterior se presenta el siguiente procedimiento de análisis:

El propósito de este método es determinar el porcentaje de eficiencia de un SRV's. La eficiencia de recuperación de vapores representa el porcentaje de vapores que son recuperados por un SRV's en el momento de suministrar gasolina al tanque del vehículo, en lugar de ser emitidos a la atmósfera.

El método se lleva a cabo mediante la medición simultánea del flux másico de vapores a través de dos puntos principales, que se definen a continuación:

m(1) = Flux másico a través del *boot* en el área de despacho de combustible (punto 1)

m(2) = Flux másico a través de la línea de retorno de vapores (punto 2)

Estos puntos de muestreo se ilustran en la figura 15.

El porcentaje de la eficiencia de recuperación de vapores se calcula de la siguiente manera:

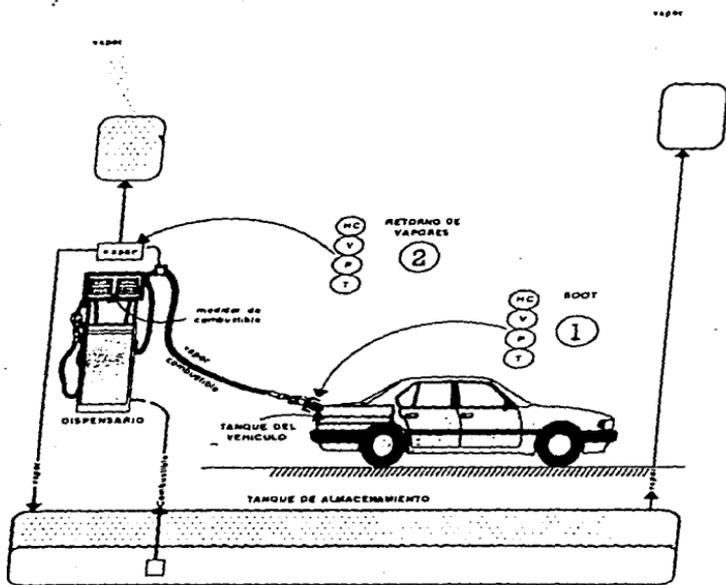
$$\% E = m_2 / (m_1 + m_2) * 100$$

#### **V.1.2.2.1 Flotilla vehicular**

Para que un vehículo pueda considerarse dentro de la prueba deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Pertener a la lista de vehículos autorizados por el DDF.
- Usar gasolina Magna Sin.
- Verificar que sea posible hacer el sello entre el "boot" y la bocatoma del tanque.
- Cargar por lo menos 15 litros de combustible.
- Cubrir satisfactoriamente la prueba de explosividad.

FIGURA 15: CONFIGURACION DEL EQUIPO PARA EVALUAR LOS DOS PUNTOS DE PRUEBA



**V.1.2.2.2 Espacio ocupado por vapores de gasolina en el tanque de almacenamiento**  
La influencia del espacio vacío ocupado por los vapores de gasolina, puede ser significativa en los resultados de la eficiencia del sistema, por lo que se registrarán las condiciones en las que se realizaron las pruebas.

Para realizar la evaluación el nivel del combustible en el tanque se debe encontrar entre el 40% y el 90% de su capacidad.

**V.1.2.2.3 Equipo para el punto de prueba número 1**

"boot": El "boot" o captador de vapores, será diseñado para recolectar los vapores que se emiten a la atmósfera en el área de despacho de combustible al vehículo. El diseño será el mismo que el empleado en la NOM-093-ECOL-1995.

**V.1.2.2.3.1 Línea de muestreo para el "boot"**

Esta deberá ser tan flexible y ligera como práctica, para que el rendimiento de la operación de la pistola no sea afectado por las actividades de la prueba.

En general solo una parte del flujo de vapores en el "boot" es usada para su análisis. La mayoría de las muestras se analizan a un flujo por abajo de 5 pies<sup>3</sup>/min (flujo en el "boot") en cada caso, la línea de muestreo del "boot" deberá ser configurada para que una parte del flujo a través de este sea probada y analizada representativamente a las condiciones requeridas por el analizador.

**V.1.2.2.3.2 Otros accesorios para el muestreo**

El tren de muestreo requiere a partir del "boot" de lo siguiente: 1) trampa de agua, 2) filtro de partículas, 3) gasómetro, 4). 30 metros de tubín de teflón, 5) 1 manómetro (magnahéico) con rango de 0 a 1 pulg. de agua 6) 1 bomba thomas y 7) filtro para muestra de entrada al detector de ionización de flama.

**V.1.2.2.3.3 Instrumentos**

Para los parámetros monitoreados durante la ejecución de esta prueba, se requiere del equipo descrito a continuación y referido a cada uno de ellos.

**a) Analizador de hidrocarburos**

Se requiere un detector de ionización de flama con una escala de 1 a 10% volumen y efectuar su calibración con estándares de propano. (Referirse a la figura 16).

**b) Volumen**

Es necesario usar un medidor de volumen para gases que haya sido calibrado, como puede ser un gasómetro, a fin de medir la relación de flujo volumétrico a través del "boot".

Entre las características de este medidor deberá contemplarse una contrapresión menor a:

1.10 pulg de columna de agua a una velocidad de flujo de 3,000 pies<sup>3</sup>/h y hasta 0.05 pulg de columna de agua a una velocidad de flujo de 30.0 pies<sup>3</sup>/h.

El medidor deberá ser equipado a la entrada, con un termopar con rango de operación de 0 a 65.5°C y un Manómetro con un rango de 0 a menos de dos veces el valor de la contrapresión.

**c) Presión**

Se necesita un transductor de presión con un rango de diseño de 0 a 1 pulg. de columna de agua, en un Manómetro o medidor magnahélico, en función de la tubería del "boot" que se elija.

**d) Temperatura**

Es indispensable el empleo de un transductor de temperatura con un rango de diseño inicial de 0 a 65.5oC en un termopar, en función de la tubería del "boot" que se halla elegido.

**V.1.2.2.4 Equipo para el punto de prueba número 2**

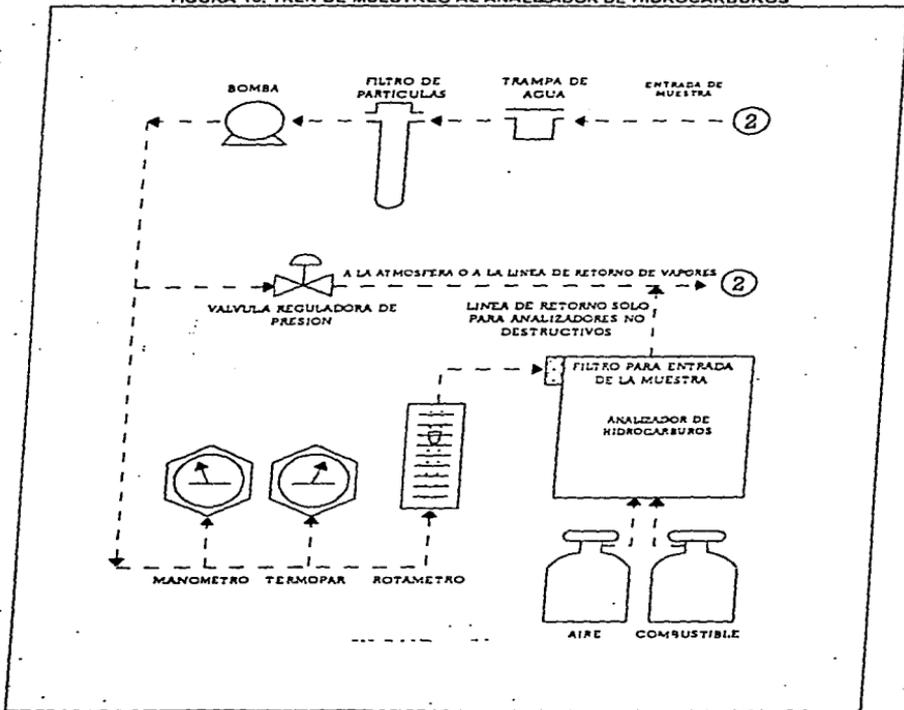
**V.1.2.2.4.1 Accesorios**

El diseño del tren de muestreo deberá minimizar la caída de presión al cruzar la línea de bombeo.

**V.1.2.2.4.2 Condiciones**

El tren de muestreo deberá ser diseñado para facilitar la adaptación a una manguera coaxial o alguna otra configuración de la estación de servicio que se pueda encontrar.

FIGURA 16: TREN DE MUESTREO AL ANALIZADOR DE HIDROCARBUROS



Se debe instalar una válvula de bola a una pulgada de distancia de la línea de retorno de vapores para que en caso de mantenimiento se pueda aislar esta última de otros accesorios.

#### **V.1.2.2.4.3 Otras accesorios para el muestreo**

El tren de muestreo requiere de lo siguiente: 1) trampa de agua, 2) filtro de partículas, 3) gasómetro, 4), 30 metros de tubin de teflon, 5) 1 manómetro (magnético) con rango de 0 a 30 pulg. de agua 6) 1 bomba thomas y 7) filtro para muestra de entrada al detector de ionización de flama.

#### **V.1.2.2.4.4 Instrumentos**

Para los parámetros monitoreados durante la ejecución de esta prueba, se requiere del equipo descrito a continuación y referido a cada uno de ellos.

##### **a) Analizador de hidrocarburos.**

Es necesario disponer de un analizador con detector de ionización de flama), con una escala de 0 a 100% de detección. La verificación y la calibración deberá ser realizada con un estándar apropiado de propano. (Referirse a la figura 16).

##### **b) Volumen**

Se requiere usar un gasómetro, calibrado con un medidor de gas estandarizado seco o húmedo para medir el flujo volumétrico. Para un flujo alto de descarga de suministro de combustible que corresponda a 45.4 litros por minuto, por lo menos este volumen pasará a través del medidor.

Usar el medidor con un límite de contrapresión menor a:

1.10 pulg de columna de agua a una velocidad de flujo de 3,000 pies<sup>3</sup>/h y hasta 0.05 pulg de columna de agua a una velocidad de flujo de 30.0 pies<sup>3</sup>/h.

El medidor deberá ser equipado a la entrada con un termopar cuyo rango vaya de 0 a 65.5 °C y un Manómetro con un rango de 0 a menos de dos veces el valor de la contrapresión.

**c) Presión**

Deberá utilizar un transductor de presión con un rango de diseño de 0 a 30 pulg. de columna de agua en un Manómetro o medidor magnahélico.

**d) Temperatura**

Deberá usarse un transductor de temperatura con un rango de diseño inicial de 0 a 65.5°C en un termopar.

**V.1.2.2.5 Parámetros necesarios para el cálculo de la eficiencia de recuperación de vapores y de la tasa volumétrica**

Para cada uno de los puntos de muestreo se registrarán los siguientes parámetros:

T = Temperatura (°C)

P = Presión (Pa)

[HC] = Concentración de hidrocarburos (ppm)

V = Volumen de hidrocarburos (lit)

- a) Los valores de volumen de vapores medidos se deben corregir a condiciones de presión atmosférica, usando la siguiente ecuación:

$$V = P_1 V_1 / P_a$$

Donde

V = Volumen corregido (lit)

P<sub>1</sub> = Presión absoluta medida en el puerto de muestreo (Pa)

V<sub>1</sub> = Volumen de vapores medido en el puerto de muestreo (lit)

P<sub>a</sub> = Presión atmosférica (Pa)

Cabe señalar que la presión medida en los puertos de muestreo es similar a la presión atmosférica en la Ciudad de México, por lo que  $V = V_1$ .

- b) La masa se calcula a partir de datos de calibración y mediciones como se indica a continuación

$$m = 1789/1E9 * [HC] * V$$

De donde

$m$  = Masa de vapores de HC's (gr)

[HC] = Concentración de hidrocarburos (ppm)

$V$  = Volumen de vapores (lit).

1789/1E9 = factor de conversión (1 ppm = 1789/1E9 g/lit como propano)

Con este procedimiento de análisis, el tiempo necesario para determinar la eficiencia de un SRV's contemplando que la evaluación consta de 30 vehículos será de dos días. Con esto se pretende reducir el tiempo de prueba en un 93% con respecto al método contemplado en la NOM-093-ECOL-1995.

**V.2 Especificaciones para la fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y de tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras.**

El objetivo principal de estas especificaciones aparte de la recuperación de vapores es evitar la contaminación del suelo y mantos freáticos por fugas en los tanques de almacenamiento y tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio. Su contenido es el siguiente:

**1 Generalidades para proyecto e instalación de tanques y tuberías**

- Códigos aplicables
- Requerimientos generales de diseño
- Accesorios
- Instalación

**2 Fabricación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables**

- Características de los tanques
- Materiales de fabricación.
- Dimensiones y capacidades para tanques metálicos.
- Placas de desgaste
- Conexiones de tuberías (boquillas).
- Entrada de hombre.
- Dispositivo de purga.
- Pruebas de fabricación.
- Protección anticorrosiva interna.

**3 Instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables**

- Excavaciones.
- Colocación.
- Pruebas de hermeticidad.
- Detección de fugas.
- Tanques superficiales
  - Requerimientos de fabricación.
  - Pruebas de fabricación.
  - Boquillas para venteo.
  - Entrada de hombre.

**V.2 Especificaciones para la fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y de tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio o gasolineras.**

El objetivo principal de estas especificaciones aparte de la recuperación de vapores es evitar la contaminación del suelo y mantos freáticos por fugas en los tanques de almacenamiento y tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio. Su contenido es el siguiente:

- 1 Generalidades para proyecto e instalación de tanques y tuberías
  - > Códigos aplicables
  - > Requerimientos generales de diseño
  - > Accesorios
  - > Instalación
- 2 Fabricación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables
  - > Características de los tanques
  - > Materiales de fabricación.
  - > Dimensiones y capacidades para tanques metálicos.
  - > Placas de desgaste
  - > Conexiones de tuberías (boquillas).
  - > Entrada de hombre.
  - > Dispositivo de purga.
  - > Pruebas de fabricación.
  - > Protección anticorrosiva interna.
- 3 Instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables
  - > Excavaciones.
  - > Colocación.
  - > Pruebas de hermeticidad.
  - > Detección de fugas.
  - > Tanques superficiales
    - Requerimientos de fabricación.
    - Pruebas de fabricación.
    - Boquillas para venteo.
    - Entrada de hombre.

- Pintura en tanques superficiales.

#### 4 Tuberías

- Sistema para manejo de productos
- Sistema para recuperación de vapores
- Sistema para recuperación de vapores para estaciones de servicio
- Tuberías de producto, recuperación de vapores y líneas de ventilación
  - Materiales de fabricación
  - Conexión de tuberías
  - Excavaciones
  - Trincheras
  - Diámetros
  - Líneas de ventilación
  - Tuberías de llenado de tanque
  - Líneas de distribución
  - Sifones
  - Protección para tuberías metálicas
  - Pruebas de hermeticidad
  - Pruebas hidrostática
  - Prueba neumática
  - Detección de fugas

### **V.3 Proyecto de Norma Oficial Mexicana para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio**

De la necesidad de contar con una Norma mas completa que adamas de contemplar los sistemas de recuperación de vapores, y las especificaciones para fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y tuberías para manejo de combustible, evitando la contaminación de la atmósfera, del suelo, subsuelo y mantos freáticos; surge el proyecto de Norma Oficial Mexicana para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.

El objetivo principal de esta Norma Oficial Mexicana es el de prevenir contaminación a la atmósfera, al suelo, subsuelo, mantos freáticos y la prevención de incidentes dentro y fuera de una estación de servicio o gasolinera. El contenido principal del proyecto de Norma Oficial Mexicana es el siguiente:

**1 Requerimientos y especificaciones para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.**

- Selección de sitios.

**2 Requerimientos para el diseño y construcción de estaciones de servicio**

- Requerimientos de ubicación para estaciones de servicio.
  - Lineamientos
    - Proyecto ejecutivo
  - Sistema de almacenamiento.
    - Tanques de almacenamiento.
      - Tanques subterráneos
      - Tanques superficiales
    - Accesorios complementarios.
    - Excavaciones.
    - Instalación.
  - Sistemas de distribución del producto.
    - Garantía
    - Instalación
  - Sistema de recuperación de vapores y líneas de venteo.
    - Protección para tuberías metálicas.
  - Servicio de aire y agua
    - Instalación
  - Sistema de drenaje.
  - Trampa de combustible
  - Sistema eléctrico
    - Detección electrónica de fugas
    - Sellos eléctricos a prueba de explosión
    - Interruptores de emergencia
    - Sistemas de conexión a tierra
    - Sistemas de iluminación
    - Alumbrado de emergencia

- Dispensarios.
  - Equipo contra incendio.
  - Circulaciones, accesos y salidas.
  - Señalamientos.
  - Áreas verdes.
- 3 Operación, seguridad y mantenimiento.
- Generalidades
  - Tanques de almacenamiento.
    - Pruebas de hermeticidad.
    - Retiro definitivo de tanques de almacenamiento en operación.
    - Suspensión temporal de operación de tanques de almacenamiento.
    - Capacidad máxima de llenado.
  - Manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en el almacenamiento y operación
    - En el mantenimiento
      - Residuos generados en la limpieza de los tanques de almacenamiento.
      - Residuos generados en la limpieza de las instalaciones
    - En la operación.
      - Por la prestación de servicio
      - Por el cambio de equipo.
  - Tuberías para conducción de producto, recuperación de vapores y venteo
    - Pruebas de hermeticidad
    - Retiro definitivo de tuberías de operación
    - Suspensión temporal de operación de tuberías
    - Sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico
    - Sistema de control de inventarios.
    - Detección electrónica de fugas
  - Válvulas de corte rápido en dispensarios
  - Instalación eléctrica
  - Equipo contra incendios
  - Drenajes y trampas de combustibles.
  - Señalamientos
  - Lavado y limpieza de áreas.
  - Recepción de autotanques y descarga de combustibles.

- **Despacho de combustibles**
- **Control de derrames**
- **Circulaciones de vehículos**
- **Medidas de seguridad para las estaciones de servicio cercanas a los sistemas de transporte colectivo.**
- **Programa interno de protección civil.**
  - **Capacitación y adiestramiento**

**4 Mejoras de instalaciones existentes**

**5 Desmantelamiento de instalaciones**

En la **tabla 7** se presenta el análisis cualitativo de las especificaciones y del proyecto de norma contemplados en capítulos anteriores y que a continuación se mencionan:

- **Especificaciones para la fabricación e instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y de tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio (ver capítulo 3).**
- **Proyecto de Norma Oficial Mexicana para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio (ver capítulo 4).**

**TABLA 7**  
**ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS ESPECIFICACIONES Y DEL PROYECTO DE NORMA**

CONTENIDO	ESPECIF.	PROYEC.
Requerimientos y especificaciones para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.	NLC	LC
➢ Selección de sitios.	NLC	LC
Requerimientos para el diseño y construcción de estaciones de servicio	LC	LC
➢ Requerimientos de ubicación para estaciones de servicio.	NLC	LC
➢ Lineamientos	NLC	LC
• Proyecto ejecutivo	NLC	LC
➢ Sistema de almacenamiento.	LC	LC
• Tanques de almacenamiento.	LC	LC
- Tanques subterráneos	LC	LC
- Tanques superficiales	LC	LC
• Accesorios complementarios.	LC	LC
• Excavaciones.	LC	LC
• Instalación.	LC	LC
➢ Sistemas de distribución del producto.	LC	LC
• Garantía	NLC	LC
• Instalación	LC	LC
➢ Sistema de recuperación de vapores y líneas de venteo.	LC	LC
• Protección para tuberías metálicas.	LC	LC
➢ Servicio de aire y agua	NLC	LC
• Instalación	NLC	LC
➢ Sistema de drenaje.	NLC	LC
➢ Trampa de combustible	NLC	LC
➢ Sistema eléctrico	NLC	LC
• Detección electrónica de fugas	LC	LC
• Sellos eléctricos a prueba de explosión	NLC	LC
• Interruptores de emergencia	NLC	LC
• Sistemas de conexión a tierra	NLC	LC
• Sistemas de iluminación	NLC	LC
• Alumbrado de emergencia	NLC	LC

TABLA 7 (CONTINUACION)

➤ Dispensarios.	NLC	LC
➤ Equipo contra incendio.	NLC	LC
➤ Circulaciones, accesos y salidas.	NLC	LC
➤ Señalamientos.	NLC	LC
➤ Areas verdes.	NLC	LC
Operación, seguridad y mantenimiento	NLC	LC
➤ Tanques de almacenamiento.	LC	LC
• Pruebas de hermeticidad	LC	LC
• Retiro definitivo de tanques de almacenamiento en operación.	NLC	LC
• Suspensión temporal de operación de tanques de almacenamiento.	NLC	LC
• Capacidad máxima de llenado.	NLC	LC
➤ Manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en el almacenamiento y operación	NLC	LC
• En el mantenimiento	NLC	LC
- Residuos generados en la limpieza de los tanques de almacenamiento.	NLC	LC
- Residuos generados en la limpieza de las instalaciones	NLC	LC
• En la operación.	NLC	LC
- Por la prestación de servicio	NLC	LC
- Por el cambio de equipo.	NLC	LC
➤ Tuberías para conducción de producto, recuperación de vapores y venteo	LC	LC
• Pruebas de hermeticidad	LC	LC
• Retiro definitivo de tuberías de operación	NLC	LC
• Suspensión temporal de operación de tuberías	NLC	LC
• Sistema de control de inventarios y monitoreo electrónico	LC	LC
• Sistema de control de inventarios.	LC	LC
• Detección electrónica de fugas	LC	LC
➤ Válvulas de corte rápido en dispensarios	LC	LC
➤ Instalación eléctrica	NLC	LC
➤ Equipo contra incendios	NLC	LC
➤ Drenajes y trampas de combustibles.	NLC	LC
➤ Señalamientos	NLC	LC

**TABLA 7 (CONTINUACION)**

> Lavado y limpieza de áreas.	NLC	LC
> Recepción de autotanques y descarga de combustibles.	NLC	LC
> Despacho de combustibles	NLC	LC
> Control de derrames	NLC	LC
> Circulaciones de vehículos	NLC	LC
> Medidas de seguridad para las estaciones de servicio cercanas a los sistemas de transporte colectivo.	NLC	LC
> Programa interno de protección civil.	NLC	LC
• Capacitación y adiestramiento	NLC	LC
Mejoras de instalaciones existentes	NLC	LC
Desmantelamiento de instalaciones	NLC	LC

**NOTAS:**

LC = Lo contempla

NLC = No lo contempla

**Como se puede observar en la tabla 7, sobresale el Proyecto de Norma Oficial mexicana por ser la mas completa, de ahí su importancia de aprobación y de su conocimiento.**

## CONCLUSIONES

En la zona metropolitana de la Cd. de México y en la república mexicana, las estaciones de servicio o gasolineras presentan problemas de contaminación por emisiones de hidrocarburos durante el almacenamiento y despacho de gasolina a los automóviles, o por fuga de combustible en los tanques de almacenamiento y tuberías. Para dar solución a este tipo de problemas las autoridades requirieron de un método y normatividad que regulara la evaluación de la eficiencia a nivel laboratorio de los SRV's de gasolina, por lo que el IMP, sentó las bases para elaborar las normas oficiales mexicanas NOM-092-ECOL-1995 y NOM-093-ECOL-1995. La primera establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's de gasolina en estaciones de servicio ubicadas en el valle de México y la segunda describe el procedimiento de prueba para determinar la eficiencia a nivel laboratorio de SRV's destinados a ser instalados en estaciones de servicio.

El estudio realizado en el presente trabajo consistió en analizar la normatividad mexicana existente en materia de estaciones de servicio o gasolineras. De acuerdo a lo anterior, se proponen las siguientes mejoras complementarias para cada una de las normas analizadas.

### **NOM-092-ECOL-1995**

Esta norma es deficiente en cuanto a seguridad, debido a ello se realizaron algunas recomendaciones en el capítulo V, con la finalidad de mejorar la aplicación de la misma.

### **NOM-093-ECOL-1995**

a) En virtud de no encontrarse reglamentado el monitoreo de emisiones en el procesador de vapores dentro de esta norma, **se sugiere** lo siguiente:

Para el caso de SRV's que cuenten con procesador de vapores se propone el monitoreo de sus emisiones a la atmósfera. De esta forma se podrá determinar si el SRV's asistido por vacío es mejor con incinerador o sin él, ya que se conocerá el impacto al medio ambiente de los contaminantes generados durante la combustión y el impacto si los vapores de gasolina fueran emitidos libremente a la atmósfera.

Con este resultado se podrá mejorar la calidad del aire de la ZMCM ya que actualmente existen aproximadamente 80 gasolineras utilizando la tecnología OPW (asistido por vacío sin incinerador) y aproximadamente 80 gasolineras utilizando la tecnología HASSTECH y HIRT (asistido por vacío con incinerador).

- b) El método de prueba descrito en la NOM-093-ECOL-1995 es muy exacto, pero requiere de 30 días para evaluar un SRV's, debido a ello se propuso un segundo método que pretende reducir a 2 días el desarrollo de la prueba.

Pémex en apoyo a la ley General del Equilibrio ecológico y protección al ambiente, para evitar la contaminación de la atmósfera, suelo, subsuelo y mantos freáticos publicó las especificaciones para la fabricación o instalación de tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y tuberías para manejo de combustible y recuperación de vapores en estaciones de servicio. Con estas acciones pretende contribuir a la solución de la contaminación. Las especificaciones antes mencionadas son deficientes en materia de seguridad y mantenimiento debido a ello surge el proyecto de Norma oficial mexicana que establece los requisitos técnicos para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio o gasolineras.

En la tabla 7, "análisis cualitativo de las especificaciones y del proyecto de norma" se observa la ventaja que el proyecto de norma presenta ante las especificaciones, de ahí su importancia de aprobación como norma oficial mexicana.

El conocimiento y cumplimiento de la normatividad mexicana, así como de las especificaciones, es la solución a incidentes en materia de seguridad, contaminación de la atmósfera, suelo, subsuelo y mantos freáticos.

## BIBLIOGRAFIA

- (1). **Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio, Pémex - Refinación.** Edición 1994.
- (2). **Norma AVII-30, "Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico en las instalaciones de terminales, agencias de ventas y ductos de transporte". Norma de seguridad editada por Pémex - Refinación.** Diciembre de 1973
- (3). **Folleto de seguridad para manejo de autolanzques,** editado por Pémex - Refinación.
- (4). **Criterio normativo de diseño de áreas de almacenamiento, tanques atmosféricos verticales.** Pémex - Refinación, primera edición 1987.
- (5). **Norma oficial mexicana NOM-093-ECOL-1995 que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.** Publicada en el diario oficial de la federación el día 6 de septiembre de 1995.
- (6). **Norma oficial mexicana NOM-092-ECOL-1995, que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el valle de México.** Publicada en el diario oficial de la federación el día 6 de septiembre de 1995.
- (7). **Gasoline facilities phase I & II, compliance assistance program.** California Air Resources Board, compliance division, october 1998.
- (8). **Método de prueba para SRV's de la república de Alemania (borrador para un lineamiento en la versión del 17 de marzo de 1992). Reporte final TUV Rheinland, sobre el proyecto de investigación No. 10408505 de la procuraduría federal del medio ambiente de Alemania.**
- (9). **Convocatoria para aprobar los SRV's asistidos por vacío que serán instalados en las estaciones de servicio de la zona metropolitana de la ciudad de México, departamento del distrito federal - secretaria del estado de México, 2 de junio de 1994.**

(10). Proposed TP-201.2A, determination vehicle matrix for phase II vapor recovery system of dispensing facilities, California Air Resources Board (CARB), Octubre 16, 1993.

(11). Publicación de Pémex: "Proyecto de norma para Diseño, Construcción, Operación, seguridad y mantenimiento de Estaciones de servicio. Agosto 16, 1994.

(12). Folleto del curso: "Instrumentación, mantenimiento y calibración de analizadores automáticos de la calidad del aire.

Por sociedad Mexicana de Ingeniería sanitaria y Ambiental, A.C. 1996.

## ANEXO

### NOMENCLATURA

ZMCM:	Zona metropolitana de la Ciudad de México
IMP:	Instituto Mexicano del Petróleo
PEMEX:	Petróleos Mexicanos
DDF:	Departamento del Distrito Federal
DE:	Dirección de Ecología (del DDF)
SEEM:	Secretaría de Ecología del estado de México
SEDESOL:	Secretaría de Desarrollo Social (cambio de nombre en 1994)
TUV:	Instituto Alemán de Investigación para el Estudio y Prevención del Ambiente y la Energía.
EUA:	Estados Unidos de América
CARB:	California Air Resources Board (consejo de recursos del aire para el estado de California, EUA)
EPA:	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental, EUA)
PEI:	Petroleum Equipment Institute (Instituto de Investigación Petrolera, EUA)
DIF:	Detector de ionización de flama
NIST:	National Institute of Standards and technology (instituto nacional de estándares y tecnología, EUA)
SRV's:	Sistemas de recuperación de vapores
COV's:	Compuestos Orgánicos Volátiles
HC's:	Hidrocarburos
"In Situ":	En el lugar.
"boot":	Capturador de vapores
"by pass":	Arreglo de accesorios y válvulas para desviar algún flujo.
ERV:	Eficiencia de recuperación de vapores.
IRND:	Infrarrojo no dispersivo (detector)
LEL:	Lower Explosivity Limit (límite bajo de explosividad)
EB:	Emisiones básicas
ER:	Emisiones remanentes
ATA:	Eficiencia de recuperación de vapores de hidrocarburos en laboratorio
MHC:	Masa de hidrocarburos
TV:	Tasa volumétrica
TP:	Test Procedure (Procedimiento de Prueba)

<b>CO2:</b>	<b>Dióxido de carbono</b>
<b>CO:</b>	<b>Monóxido de carbono</b>
<b>NOx:</b>	<b>Oxidos de nitrógeno</b>
<b>SO2:</b>	<b>Dióxido de azufre</b>
<b>PST:</b>	<b>Partículas suspendidas Totales</b>
<b>V:</b>	<b>Volumen</b>
<b>P:</b>	<b>Presión</b>
<b>T:</b>	<b>Temperatura</b>