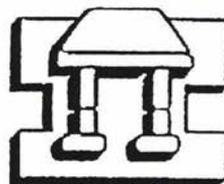




**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**



**IZTACALA**

**PARTICIPACIÓN DEL BIÓLOGO EN LA VERIFICACIÓN  
Y EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL  
SUELO POR HIDROCARBUROS EN LAS ESTACIONES  
DE SERVICIO, PARA EL GOBIERNO DEL  
DISTRITO FEDERAL**

**TESIS PROFESIONAL**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I Ó L O G O**  
P R E S E N T A :  
**VICENTE GONZÁLEZ DÍAZ**

DIRECTOR: M. EN C. RAFAEL CHÁVEZ LÓPEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



**U.N.A.M. CAMPUS**

# AGRADECIMIENTOS

A MI PADRE: PORQUE SOLO LOS ROBLES SON CAPACES DE VIVIR MAS DE CIEN AÑOS CON LAS VIRTUDES DE LA NATURALEZA, LA ENTEREZA, EL VALOR Y LA CONDUCTA INTACHABLE DE SU VIDA. SON MI MAYOR HERENCIA.

A MI MADRE: POR SU DEDICACIÓN Y APOYO, POR EL AMOR PROFESADO EN TODAS LAS ETAPAS DE MI VIDA.

A MIS HIJOS PARA QUE ENTIENDAN QUE NUNCA ES TARDE EN LA VIDA PARA CUMPLIR UNA META Y ALCANZAR TODOS SUS OBJETIVOS.

A MIS AMIGOS POR ESAS GRANDES EXPERIENCIAS Y EL APOYO INCONDICIONAL DURANTE MAS DE VEINTICINCO AÑOS DE ESTAR JUNTOS.

A MIS MAESTROS LOS CUALES SIEMPRE CUMPLIERON PROFESIONALMENTE CON EL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE Y ME APOYARON EN TODO MOMENTO.

A MI ASESOR RAFAEL QUIERO EXPRESAR QUE TU CONFIANZA ME AYUDO A BRINDAR MI MEJOR ESFUERZO. PERO QUIERO AGRADECER LA SINCERIDAD DE TU AMISTAD.

A TODOS "GRACIAS"

*Vicente González Díaz*



*Tesis para obtener el Título de Biólogo  
por Experiencia Profesional*

*Por Vicente González Díaz*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



**PARTICIPACIÓN DEL BIÓLOGO EN LA  
VERIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA  
CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR  
HIDROCARBUROS EN LAS ESTACIONES DE  
SERVICIO, PARA EL GOBIERNO DEL DISTRITO  
FEDERAL**



## 1.- INTRODUCCIÓN.

El Valle de México tiene características geográficas y atmosféricas únicas en el mundo. Se encuentra rodeado de montañas que impiden la entrada de vientos que dispersen los contaminantes. Se localiza a una altitud 2,240 m.s.n.m, lo que ocasiona que tenga un 23% menos de oxígeno que el existente a nivel del mar. Por ello, todos sus procesos de combustión interna son más ineficientes y por lo tanto más contaminantes.

Por su localización geográfica recibe gran insolación, lo que promueve la acelerada formación de ozono y otros contaminantes fotoquímicos,. Su altitud también incide para que el valle sufra constantes inversiones térmicas y condiciones de calma que atrapan los contaminantes dentro de la cuenca. Por ello cada medida que se ha instrumentado ha requerido y requerirá de un acucioso y largo análisis técnico, que permita garantizar resultados ambientalmente positivos.

La Zona metropolitana de la Ciudad de México es una de las áreas del País con mayor preparación para atender emergencias. Sin embargo, por su alta concentración poblacional, económica y sus características naturales es una de las zonas de más alto riesgo del País. Siendo susceptible de calamidades hidrometeorológicas (lluvias, tormentas etcétera), Geológicas (Sismos, vulcanismo, hundimientos regionales, agrietamiento y colapsamiento de suelos), Sanitarios (epidemias, plagas y fenómenos que pueden tener efectos en la salud), así como fisicoquímicos dentro de los cuales se consideran los incendios, explosiones, radiaciones, fugas y derrames de combustibles principalmente en las Estaciones de Servicio.

Dentro de los problemas ambientales importantes y que la sociedad por lo regular no le presta la atención necesaria, es sin duda la contaminación del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, que provocan las actividades propias de una industria o establecimiento de servicios. Principalmente, se debe al derrame o fuga de uno o varios compuestos químicos los cuales al presentarse en una fase líquida permiten una difusión más rápida de contaminantes en el suelo y algunas veces llega a alcanzar el manto freático ocasionando su contaminación, la cual se define como: “La generación o descarga de materia o energía en cualquier cantidad, estado físico o forma, que al incorporarse, acumularse o actuar en los seres vivos, en la atmósfera, agua, suelo, subsuelo o cualquier elemento natural, afecte negativamente su composición o condición natural.”

La presencia de hidrocarburos en el subsuelo de la Ciudad de México es frecuente, y desafortunadamente normal en las gasolineras y en general en los sitios donde estas son manejadas, se ocasionan por derrames accidentales o fugas en tanques o líneas de conducción, a lo largo del tiempo esto se presenta debido a la falta de mantenimiento, por corrosión y por fracturas provocadas por asentamientos del terreno y movimientos sísmicos que originan la alta concentración de hidrocarburos bajo los pisos.

Actualmente dentro de las Estaciones de Servicios se realizó la introducción de mejoras con la Restauración y mantenimiento de los equipos evitando de esta manera la pérdida de combustible por goteo en fisuras, así como en conexiones y válvulas al efectuar transvases, se podría evitar uno de los factores más importantes de la contaminación de suelos: Por ejemplo el vertido de gasolinas y diesel en la operación de carga y descarga de combustible del auto tanque al tanque de almacenamiento en la Estación de Servicio, asimismo la mala combustión de los vehículos y los equipos de combustión interna en fuentes fijas son los principales precursores de monóxido de carbono.

El control medioambiental que se realiza al final del proceso industrial está dirigido generalmente, hacia la reducción de volumen y la recuperación de los residuos para su posterior reutilización. Este es el caso por ejemplo de la recuperación de metales de baños electrolíticos o de la reutilización de disolventes. Los procedimientos industriales que tienen en cuenta la minimización de residuos, modificando el proceso industrial, ahorrando las materias primas y aprovechando los residuos que se generan, se denominan tecnologías limpias.

Una de las preocupaciones de las empresas dedicadas a la restauración de sitios contaminados, con respecto a lo anteriormente señalado, es la identificación de las fuentes de contaminación y la repercusión e impacto en el suelo, para determinar e implementar una técnica que permita realizar la restauración de un sitio.

Con lo que respecta al manejo de los residuos peligrosos, es necesario que el personal operativo, se encuentre capacitado para realizar el manejo, recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los mismos, catalogándolos como residuos peligrosos o residuos no peligrosos, separando adecuadamente uno de otro. Considerando para ellos las características que hacen a un Residuo Peligroso (**CORROSIVO, REACTIVO, EXPLOSIVO, TOXICO, INFLAMABLE Y BIOLÓGICO INFECCIOSO**). Finalmente se debe comprobar que estos residuos se disponen de manera adecuada por medio de compañías autorizadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, mismas que dejan un documento denominado Manifiesto de transporte y recolección de residuos, a su vez la empresa recolectora debe obtener el manifiesto correspondiente expedido por el sitio de disposición final del residuo, esto con el fin de evitar focos de contaminación no regulados.

## 2.- ANTECEDENTES

Conformación Geológica de la Ciudad de México.

En la Era Mesozoica            Formación de montañas y valles, existe una capa baja de rocas cálicas

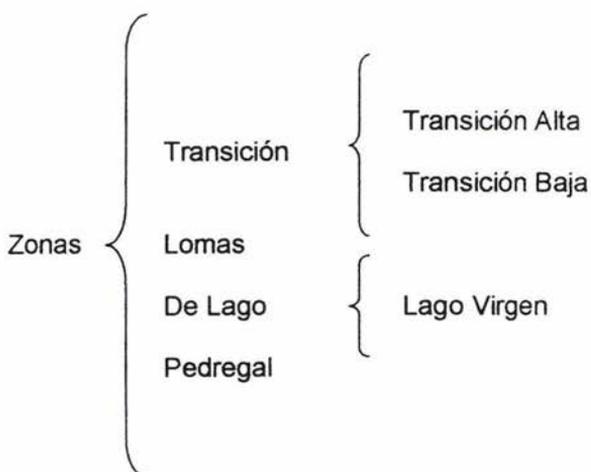
En el Terciario                    Formación de cadenas montañosas principalmente de material piroclástico, dando origen a la cuenca por el escurrimiento de arroyos que pasan a ser barrancas formando abanicos aluviales en el norte. Se forman zonas de cerros más altos y el polvo se deposita en una meseta más abrupta, las pendientes menos inclinadas no son tan abruptos.

En la cuenca se forman arcillas y en la parte más profunda se sedimentan el material más pesado y hacia la superficie el de menor diámetro, en la zona media de la cuenca existe una zona de transición mixta, en esta zona es probable el flujo de hidrocarburos.

La capa dura se forma debido a una glaciación y por la presencia de limo duro que se compacta. En el interglaciar se endurece aun más, las erupciones de fines del terciario aportan material piroclástico nuevo formando la Sierra de Santa Catarina y separa la zona de lagos.

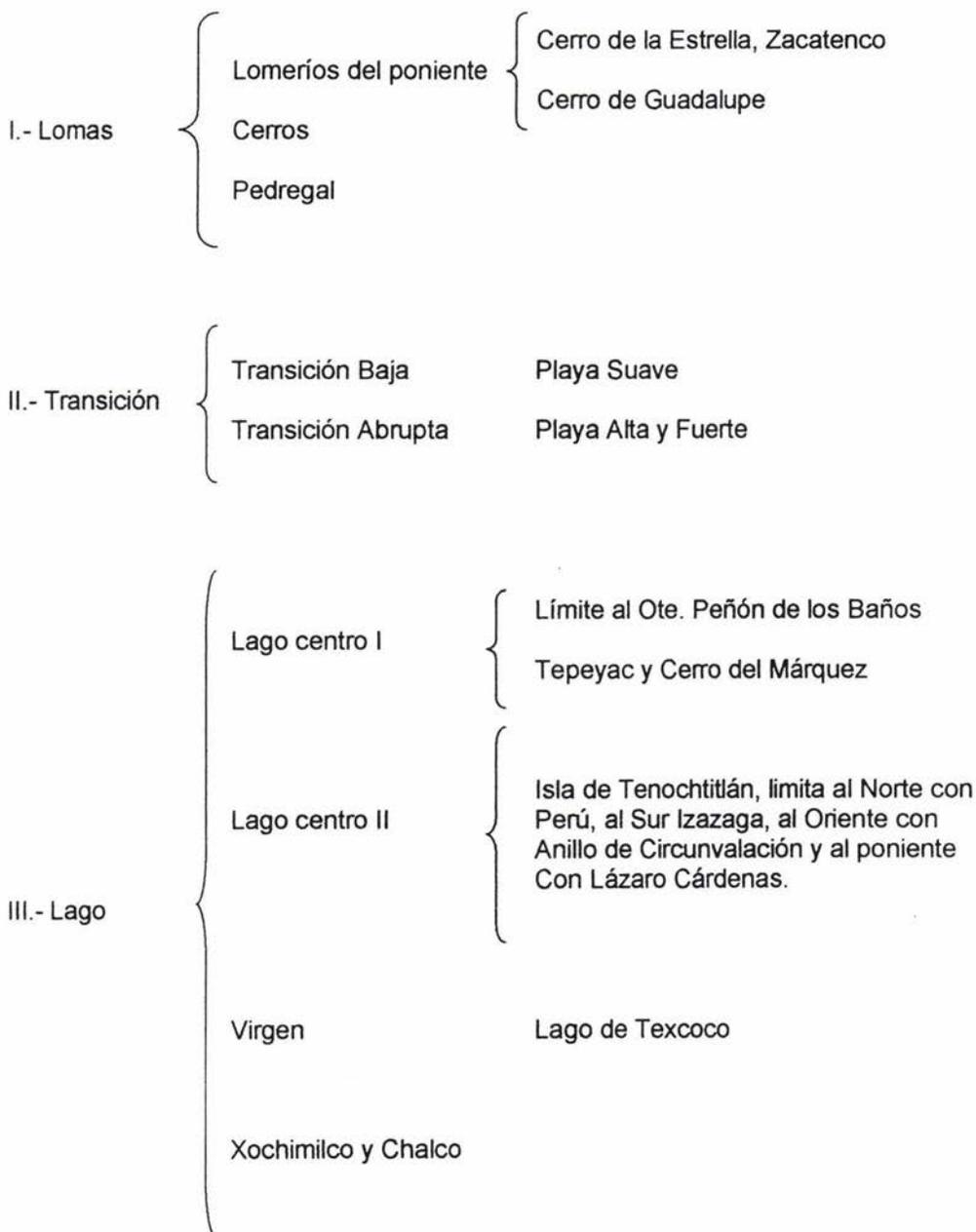
La cuenca drena hacia el sur, se presenta la erupción del Xitle y se inicia la formación de lagos por escurrimiento originando el Lago de Texcoco, el Lago México, los Lagos de Xochimilco y el lago de Chalco.

La Formación de la Cuenca del Valle de México, se debe a dos factores importantes el Aqua y el Vulcanismo.



## DIVISIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO

En tres principales zonas de acuerdo al reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.



Basados en los datos presentados en la carta de zonificación geotécnica de la Ciudad de México (D.D.F., 1987), encontramos que la capital del país se encuentra dividida en tres grandes zonas, mismas que son:

**Zona 1.-** Corresponde a la zona llamada "De Lomeríos", donde, debido a sus características geomorfológicas (ubicadas sobre estribaciones de rocas ígneas sobresaliendo basaltos y andesitas) los sismos presentan una intensidad baja.

**Zona 2.-** Corresponde a la zona llamada "De Transición", donde, debido a sus características geomorfológicas (comparte elementos geológicos tanto de la unidad de lomeríos como de la unidad lacustre) los sismos presentan una intensidad media.

**Zona 3.-** Corresponde a la zona llamada "Lacustre", donde, debido a sus características geomorfológicas (suelos arcillosos de origen lacustre y aluvial con alto contenido de agua) los sismos presentan una intensidad alta.

Zonificación Estratigráfica.

**Capa de Relleno.-** Capa suave aproximadamente 10 metros.

**FAS** Formación Arcillosa Superior, por debajo de la costra superficial puede llegar a tener hasta 40 metros.

**Zona de Lago** con espesor de 4 a 5 metros compuesta de material limo arcilloso es muy dura, se formó en el interglaciario.

**Virgen y Capa Dura.**

**FAI** Formación Arcillosa Inferior Por debajo de la capa dura inferior a 40 metros y tiene un espesor de 20 a 35 metros la arcilla se encuentra cimentada y por ende es más dura.

**Lechos Profundos** Limos, arcillas, lentes duros, restos de cuando se formó la cuenca.

Tipos de Migración o desplazamiento del agua y los agentes contaminantes.

Migración Horizontal.- Es mayor en la zona de Transición.

Migración vertical.- Es mayor en la zona de Lomas.

Migración en Lago.- Es menor.

Dentro de las facultades y competencia del Gobierno del Distrito Federal en materia ambiental establecidas en el artículo 9º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el artículo 30 de la Ley orgánica del Administración Publica del Gobierno del Distrito Federal. En Materia de Prevención y Control de la Contaminación, se encuentran la Inspección y Vigilancia de establecimientos y empresas cuyas actividades generen emisiones contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo de la Ciudad de México, para tal actividad se cuenta con el apoyo de Leyes, Normas y reglamentos, que establecen los límites máximos permisibles de emisiones o cantidades de contaminantes generados como parte de un proceso.

En Marzo de 1992, la Comisión Ambiental Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental concertó con las Cámaras Industriales y Asociaciones un programa para el control de emisiones contaminantes provenientes de la industria en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. El programa establece compromisos basados en un diagnóstico económico, energético y ambiental de la industria, así como en la Normatividad aplicable y la tecnología de control de emisiones disponible. De esto destaca el programa de regulación de Estaciones de Servicio que se inició en julio de 1992.

Los compromisos y mecanismos para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera en las Estaciones de Servicios han sido reforzados; con la reformulación de las gasolinas distribuidas por PEMEX. Todas las estaciones del área Metropolitana de la Ciudad de México, entraron en el programa de remodelación y modernización de las mismas empleando tecnología de punta en los sistemas de suministro, recepción, almacenamiento, líneas de conducción, distribución en los dispensarios de combustible instalando un ciclo de recuperación de vapores de gasolina, de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas **NOM-092-ECOL-1995** y **NOM-093-ECOL-1995**.

Para lograrlo se han realizado transformaciones significativas. Ahora nuestras gasolinas son oxigenadas para mejorar su combustión y reducir la generación de contaminantes, se elimino el plomo como detonante actualmente la gasolina MAGNA-SIN y la tipo PREMIUM emplean BTEX, se realizó un convenio con la industria automotriz y se introdujo el uso de convertidores catalíticos en los automóviles a partir de 1990.

A partir del 1º de Diciembre de 1997 se establecieron los límites máximos permisibles en cuanto al contenido de oleofinas (15%), aromáticos (30%), y benceno (2%), de igual manera se ajusto la presión de vapor en las gasolinas para evitar la evaporación excesiva. Estos límites permiten reducir la generación de hidrocarburos reactivos que contribuyen a la formación de ozono y los Óxidos de nitrógeno  $N_{ox}$ . El límite de benceno reduce también el riesgo que genera este elemento cancerígeno. Con estos límites, la Ciudad de México es la primera en América Latina en aplicar una restricción ambiental a la formulación de gasolinas, este tipo de normatividad se aplicó en algunas Ciudades de los Estados Unidos en el año de 1994.

Dentro de esta modificación a los combustibles el diesel que se vende en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se desulfurizó es decir se bajo el contenido de azufre en un 33%, asimismo se sustituyó el combustoleo por gasoleo con esto se pretende bajar los límites de Óxidos de azufre  $S_{ox}$ , la creciente demanda de gas natural por parte de las industrias y el transporte publico favorece que se tengan mejores condiciones en la atmósfera y no se apliquen las contingencias ambientales y no se rebasen las Normas que protegen la Salud de los Habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Por otro lado, y con el fin de reformular los combustibles que se consumen en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, se han elaborado detallados proyectos de ingeniería y realizando cuantiosas inversiones para transformar la industria petroquímica del País. Actualmente se estudia la especiación de hidrocarburos en la atmósfera, el proyecto analizará su reactividad en cámaras y se evalúa su transformación a través de un complejo estudio sobre fotoquímica atmosférica del Valle de México. Con estos estudios podemos reformular las gasolinas con el objeto de que estas contengan una menor cantidad de hidrocarburos reactivos precursores de ozono. En fecha 6 de septiembre de 1995 se emitió la Norma Oficial Mexicana **NOM-092-ECOL-1995**, la cual regula la Contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en Estaciones de Servicio y de Autoconsumo ubicadas en el Valle de México.



Ciudad de México localización de las 16 Delegaciones Políticas.

### 3.- MARCO DE ACTUACIÓN Y APLICACIÓN PRACTICA

Actualmente se cuenta con una herramienta que permite realizar una evaluación de la contaminación por hidrocarburos en las Estaciones de Servicio. "Los criterios para la realización de actividades de caracterización y restauración de sitios contaminados por hidrocarburos". Establecido por la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación en 1998.

#### DISPOSICIONES GENERALES.

- a) Para los efectos de ingreso de la documentación motivo de estos criterios, la autoridad responsable será la Dirección de Hidrología y Suelo.
- b) Toda la documentación pasará a ser parte de los archivos generales de esta institución, por lo que no serán devueltos a sus promoventes.
- c) El formato de la documentación relativa a las etapas de desarrollo del proyecto deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - ❖ Presentación en formato carta
  - ❖ Respaldo por un formato magnético (Disquete de 3.5")
- d) Las unidades de medición se harán conforme al sistema internacional (S.I.).
- e) Para efecto de estos "CRITERIOS" las propuestas de restauración basadas en tecnologías Ex-situ (fuera del sitio) no son aprobadas y aceptadas por la Dirección de Hidrología y Suelo.

#### DOCUMENTACIÓN GENERAL

El Representante Legal de la empresa obligada a la restauración del sitio, deberá presentar los siguientes documentos.

- a) Copia certificada del Poder Notarial que acredite la personalidad jurídica con el que se ostenta la empresa de servicio ambiental.
- b) Copia certificada del Poder Notarial que acredite la personalidad jurídica con que se ostenta la empresa obligada a la restauración
- c) Acreditación expedida por la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, en el caso de las empresas del Servicio Ambiental.

La empresa obligada a la restauración podrá elegir una de las empresas de Servicio Ambiental que integran el padrón de la Dirección General. En el caso de que la empresa propuesta no se encuentre contemplada por dicho padrón, deberá ser registrada y acreditada mediante los procedimientos que la autoridad señala.

- d) Carta responsiva firmada mancomunadamente, misma que operará de manera solidaria, los contenidos de la información presentada en los términos de estos "**CRITERIOS**", será responsabilidad del Representante Legal de la empresa y la empresa de Servicios Ambientales; en el caso de manifestarse en falsedad, se aplicaran las sanciones previstas en la legislación correspondiente.

## **PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS**

### **ETAPA UNO**

La empresa obligada a la restauración deberá presentar una " Evaluación Preliminar y una Plan de Caracterización", dentro de los tiempos establecidos en la resolución respectiva.

### **ETAPA DOS**

Asimismo, deberá entregar un " Diagnóstico y la Propuesta de Restauración del Sitio", que establecen los "criterios" dentro de los siguientes veinte días hábiles posteriores a la notificación de la "Evaluación y Plan de Caracterización", mismo que deberá ser autorizado por esta Dirección General.

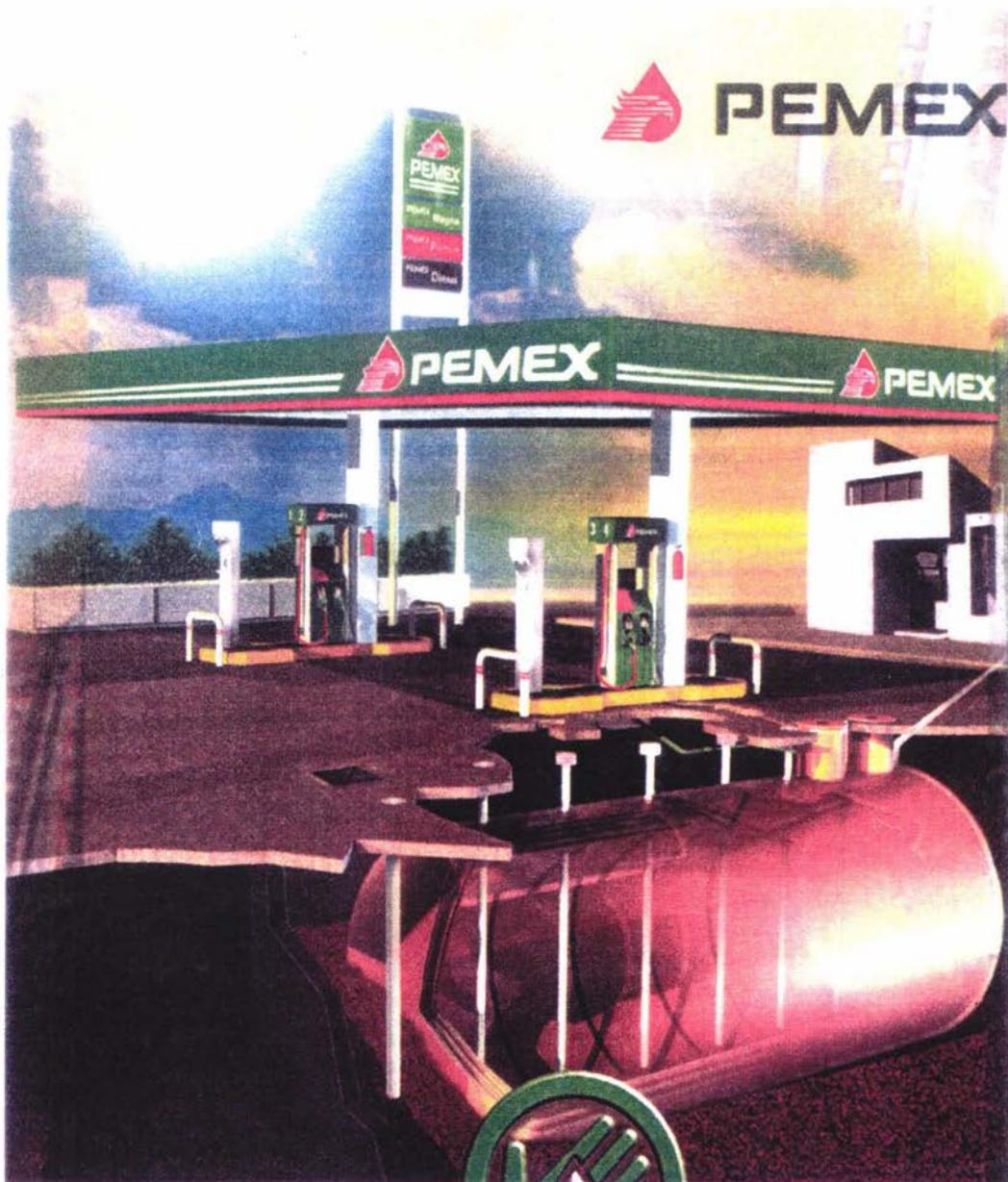
### **ETAPA TRES**

Igualmente, el Representante Legal de la Estación de Servicio deberá presentar para su autorización, el "Programa Calendarizado de Realización de las Actividades de Restauración de Sitios Contaminados ("PROGRAMA") de conformidad con los "criterios" mencionados en él termino que esta Dirección señale. Él termino mencionado para la realización y finiquito del "programa" dependerá de las especificaciones y requerimientos propios del caso. Cabe señalar que, en uso de las facultades establecidas en la legislación aplicable, ésta Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, vigilará y controlará que la regeneración del sitio sea llevada a cabo conforme la autorización en el mencionado "programa"

Cada una de las ETAPAS deberán ser presentadas con los siguientes contenidos, independientemente de la información requisitada para las etapas en particular:

1. Introducción
2. Objetivo General
3. Objetivo Particular
4. Conclusiones
5. Recomendaciones
6. Bibliografía
7. Anexos (planos, figuras, esquemas y Reporte Fotográfico)

## CORTE DE UNA ESTACION DE SERVICIO



## ETAPA UNO

### “EVALUACIÓN PREELIMINAR Y PLAN DE CARACTERIZACIÓN DEL SITIO”

#### I. EVALUACIÓN PRELIMINAR

- a) Recopilación de la información referente al sitio afectado que incluya:
  - a.1. Cartografía temática:
  - a.2. Antecedentes Históricos
  - a.3. Antecedentes legales, y toda aquella información que para cada caso sea necesaria para realizar una aproximación conceptual del potencial problema de contaminación.
- b) Exploración de campo.

En esta etapa, se identificarán todas las posibilidades fuentes potenciales generadoras de contaminación que comprendan y la definición de los impactos que genere la presencia de la fuente contaminante.

- c) Evaluación y Diagnóstico
  - c.1 A través del análisis de la información recopilada en los puntos que anteceden, se deberán generar los resultados para ser considerados con una estimación y poder definir el suelo, subsuelo y acuíferos, tanto en forma superficial como en profundidad, la zona de mayor afectación; con lo cual se obtendrá un diagnóstico del resultado de la contaminación del sitio.
  - c.2. Se deberán presentar los resultados en donde se determine: flujo, dirección, volumen, concentración fuente, extensión que en forma general deberá plantearse como hipótesis o suposición de la ocurrencia del contaminante.

Dichos resultados deberán ser respaldados con la información que los generó con los cuales se establecerá el plan de caracterización.

De ser factibles los resultados de “Evaluación y Diagnóstico”, en el “Plan de Caracterización” deberá describir y fundamentar los puntos a desarrollar en dicha caracterización, resultados que se presenta posteriormente en el Diagnóstico de la Etapa.

#### II. PLAN DE CARACTERIZACIÓN

Este deberá contener la información relevante obtenida en la “Evaluación Preliminar” relativa a los puntos a), b) y c), misma que tendrá que ser reconsiderada dependiendo del plan de caracterización propuesto.

- c. Procedimiento de Exploración y Análisis.  
Se describirá la técnica o metodología a utilizar para el tipo de suelo; así como el tipo de herramientas.
- c.1 Las muestras inalteradas de suelo y agua deberán ser analizadas empleando las técnicas y métodos referidos a alguna normatividad, las cuales deberán ser avaladas por la Dirección de Hidrología y Suelo. En su caso se debe describir el procedimiento de extracción de las muestras.
- d. Determinación de las características Físico-Químicas

Mencionar el número de muestras y la razón por la cual se les aplicará el análisis específico para determinar las características físico-químicas del suelo, subsuelo y agua subterránea y contaminantes.

## **ETAPA DOS**

### **" DIAGNOSTICO PROPUESTA Y PROGRAMA CALENDARIZADOS DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DEL SITIO"**

A través del análisis de la información recopilada en la ETAPA I, se deberá generar los análisis resultados para definir en el suelo, subsuelo y acuífero, el grado de contaminación y la ingeniería propuesta para llevar a cabo la restauración del sitio.

Igualmente, para la Presentación de Resultados, el Servidor Ambiental deberá expresarlos en forma gráfica y textual en donde se determinen las conclusiones internacionales de flujo, dirección, volumen, concentración de materiales y/o residuos en el sitio; así como, la extensión de la afectación. Las propuestas y los análisis respectivos deberán ser respaldados con la información que los generó.

En caso de que se propongan actividades paralelas a la restauración del sitio, deberán demostrar que las mismas son compatibles con el proceso de Restauración y deberán incluirse en el programa Calendarizado de restauración del sitio.

## **I.- DIAGNOSTICO**

Se deberá realizar un análisis de la información obtenida en los puntos precedentes con lo cual se obtendrá un "Diagnóstico de estado de la contaminación del sitio". Este procedimiento tiene el objeto de:

- a. Identificar la distribución de la contaminación.
- b. Caracterizar y correlacionar la problemática en el sitio.
- c. Analizar las niveles de contaminación cualitativa y cuantitativamente.

- d. Delimitación final del área a restaurar, en donde se defina una línea de cero contaminación.
- e. Análisis de los alcances de la línea cero de contaminación
- f. Estudios de Costo-Beneficio-Eficiencia de los sistemas propuestos para la restauración del sitio.
- g. Dictaminación sobre los límites de restauración a alcanzar.
- h. Presentación de resultados.

De ser viables los resultados del "Diagnostico", la "Propuesta de Restauración del Sitio" deberá describir y fundamentar los puntos a desarrollar, resultados que conforman el sustento para aprobar y llevar a cabo la ETAPA TRES.

## **II. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN DEL SITIO.**

a) Elección de los sistemas y métodos. Aquellos existentes viables para la restauración que incluyan procesos y tecnologías idóneas.

- a.1. Tecnologías utilizadas dentro del área del predio.
- a.2. Consideración de los tiempos de trabajo.
- a.3. Análisis y determinación de la eficiencia jerarquizada de las tecnologías propuestas.
- a.4. Métodos de comprobación:
  - b. Calendarización de actividades.
  - c. Análisis de riesgos y planes de contingencia.
    - c.1. Plan preventivo.
    - c.2. Procedimientos para el control del proceso
    - c.3. Plan correctivo
    - c.4. Si al efectuar las perforaciones se detecta hidrocarburo en fase líquida se procederá a medir el tirante de hidrocarburos, será considerada en las actividades prioritarias en el proceso de restauración debido informar la cantidad extraída del uso y destino final del producto y residuo que en su caso se generen.
- d. En caso de existir algún evento no programado el Propietario, Poseedor y/o Representante Legal de la Empresa obligada a Restaurar, deberá informar inmediatamente a esta Dirección del mismo.

- e. Programa de Monitoreo y Mantenimiento.
- e.1. Monitoreo constante de la infraestructura hidráulica y dispositivo de medición instalados en el área afectada.
- e.2. Monitoreo periódico de gases, suelo, subsuelo y agua subterránea.

### **III. PROGRAMA CALENDARIZADO DE RESTAURACIÓN DEL SITIO.**

De la información generada en los trabajos de caracterización se determinarán los niveles y volúmenes que estén afectando al suelo, subsuelo y acuífero; Con lo cual, se establecerá el "Programa de Calendarización de Restauración del Sitio Contaminado".

La información para cumplir con los requisitos aquí establecidos, deberá ser presentada en tiempos reales, aun cuando sean utilizadas diversas tecnologías simples o combinadas. Asimismo se deberán describir las técnicas y procedimientos empleados, la utilización de todos los materiales, equipos y personal especializado que involucren los procesos de atenuación de la contaminación del suelo, subsuelo y manto freático que deberá considerar los siguientes aspectos.

- A. Desarrollo del proyecto ejecutivo de restauración del sitio
- B. Integración del catalogo de conceptos
- C. Cuantificación de obra
- D. Carpeta técnica de avance de obras semanal.

### **ETAPA TRES**

#### **CONTROL DE AVANCE Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

Una vez comenzado el proceso de restauración de suelo, subsuelo y acuífero el Propietario, Poseedor y/o Representante Legal de la empresa obligada a la restauración deberá presentar reportes mensuales de los avances del proceso de restauración del sitio; mismos que deberán incluir los resultados de las concentraciones de contaminantes determinadas de acuerdo con lo establecido en el "Diagnostico" de la ETAPA II, de manera gráfica en planta y perfil o en tercera dimensión adicionando la memoria de calculo. De igual forma, se deberá incluir la información de los procesos de acuerdo con lo establecido en los puntos de la Propuesta de Restauración del Sitio"

## **ETAPA CUATRO**

### **TERMINACIÓN DE LA OBRA DE RESTAURACIÓN Y PROGRAMA DE MONITOREO Y MANTENIMIENTO**

#### **I “PROGRAMA DE MONITOREO Y MANTENIMIENTO”.**

Conforme a la “Propuesta de Restauración del Sitio”, esta Autoridad llevará a cabo una revisión a lo manifestado por la empresa, por escrito y en campo. Al tiempo que se evaluará el cumplimiento de los objetos fijados en el punto g. Del “Diagnóstico”, por la propia empresa; así como se determine que el “Programa de Monitoreo y Mantenimiento” es operativo conforme al punto e. De la “Propuesta de Restauración del Sitio” establecida en la ETAPA II, dicho programa lo iniciará la empresa restauradora y las subsecuentes actividades las realizará el personal del predio afectado.

#### **II. TERMINACIÓN DE OBRA DE RESTAURACIÓN.**

Se considerara concluida la restauración del suelo, subsuelo y acuífero, cuando la evaluación del cumplimiento de la restauración del sitio y el “Programa de Monitoreo y Mantenimiento” sean aprobadas por esta autoridad. Para lo cual, se entregará la liberación administrativa respectiva; señalando que, conforme a las atribuciones de la inspección y vigilancia otorgadas a la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, se estará en posibilidad de realizar posteriores verificaciones.

### **CONTAMINACION DEL SUELO Y SUBSUELO CON HIDROCARBUROS**

La ciencia de la contaminación del suelo y subsuelo, es la herramienta para la aplicación practica y exitosa de varias tecnologías a niveles científico-tecnológico y practico.

- A. Cronología de un derrame
- B. Geoquímica
- C. Geohidrología
- D. Caracterización de la Contaminación
- E. Técnica de remediación

#### **A. Cronología de un derrame**

Experiencia practica de eventos cronológicos.

- A.1 Primeros indicios de la contaminación.
- A.2 Primeras acciones de exploración.
- A.3 Planimetría de la contaminación.
- A.4 Exploración geológica.
- A.5 Exploración hidrológica.

- A.6 Caracterización geoquímica.
- A.7 Recuperación de los H.C. en fase líquida.
- A.8 Descontaminación de la zona vadosa.
- A.9 Descontaminación del acuífero.

## **B. Geoquímica**

Composición y comportamiento de los H.C. En el subsuelo conocimiento estratégico para la remediación.

- B.1.- Cadenas de carbonos, pesos moleculares estado natural solubilidad con el agua.
- B.2.- Viscosidades-presiones parciales de los gases.
- B.3.- Precolación.
  - B.3.a. Absorción.
  - B.3.b. Capilaridad.
  - B.3.c. Equilibrio de las presiones parciales de los gases
  - B.3.d. Dispersión en solución.

## **C. Geohidrología**

- C.1.- El subsuelo actúa como vaso de contención y proceso.
- C.2. Tipos de suelo.
- C.3. Permeabilidad del subsuelo.
- C.4. Capacidad de retención de hidrocarburos del subsuelo
- C.5. Patrones de migración de los H.C. en la zona vadosa
- C.6 Niveles freáticos-zona saturada-semisaturada
- C.7. Dirección de las aguas freáticas conos de deflección

## **D. Caracterización de la Contaminación.**

Verificar las concentraciones y perfiles horizontales y verticales de la contaminación, espesores de H.C. en fase líquida, contaminación de las aguas freáticas, por medio de:

- D.1.- Gasometrías
- D.2.- Pozos de monitoreo
- D.3.- Penetrómetro de cono
- D.4.- Muestreo inalterado del subsuelo
- D.5.- Muestreo en las aguas freáticas
- D.6.- Análisis de las aguas y tierras contaminadas
  - D.6.1 Cromatografía
  - D.6.2 Comparadores colorimétricos

## E Principales técnicas de restauración

Plazos y costos de restauración, normatividad y seguridad.

- E.1.- Recuperación de los H.C. en fase líquida
- E.2.- Descontaminación del acuífero
- E.3.- Extracción de vapores
- E.4.- Tratamiento químico
- E.5.- Extracción del material, tratamiento Ex-situ y disposición
- E.6.- Biorestauración
- E.7.- Inyección de vapor y calentamiento
- E.8.- Calculo de riesgo-afectación a los sistemas vitales municipales
- E.9.- Normatividad y su aplicación práctica



# IZT.

## LINEAMIENTOS GENERALES DE ACTUACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO

**PRIMERO** Como actividad inicial y con el objeto de determinar una posible contaminación de suelo, subsuelo y manto freático en una Estación de Servicio, se considera importante el realizar un "Estudio de diagnóstico de Contaminación de Suelo en el predio del estudio."

**SEGUNDO** Determinación de Hidrocarburos en subsuelo y manto freático.

|   |      |
|---|------|
| ❖ Hidrocarburos totales del petróleo      | TPH  |
| ❖ Hidrocarburos poliaromáticos            | PAH  |
| ❖ Benceno, Tolueno, Etil benceno y Xileno | BTEX |
| ❖ Metales Pesados                         |      |
| ❖ Grasas y aceites y minerales totales    |      |
| ❖ Naftalenos                              |      |

**TERCERO** Realizar planimetría y perfil de la migración de los contaminantes, a partir de los resultados obtenidos hasta este punto.

**CUARTO** La caracterización Geohidrológica de la pluma contaminante debe de incluir todos los elementos de información necesarios para determinar con precisión los mecanismos de migración de la contaminación, así como los parámetros de proceso para lograr el efecto inverso de la descontaminación.

**QUINTO** Sí en los resultados del estudio anterior se determina que rebasó el límite de explosividad establecido, el responsable de la Estación de Servicio tendrá la obligación de realizar la descontaminación del suelo, subsuelo y acuífero, para lo cual deberá entregar su programa calendarizado, el cual incluirá los siguientes factores:

- ❖ Tipo y antigüedad de los contaminantes en suelo, subsuelo y acuífero.
- ❖ Litología (composición mecánica del suelo), particularmente su permeabilidad
- ❖ Identificación del volumen total de hidrocarburos en el acuífero
- ❖ Selección del método de restauración de suelo, subsuelo y acuífero.

Tecnologías disponibles de saneamiento de suelo, subsuelo y acuífero:

- ❖ Excavación y disposición final
- ❖ Incineración
- ❖ Venteo o extracción de vapores
- ❖ Lavado de suelo por medios químicos
- ❖ Biodegradación
- ❖ Combinación de tecnologías

Para la verificación de avance de los trabajos de restauración de suelo, subsuelo y acuífero, se deberá reportarlo mensualmente a la autoridad competente los resultados obtenidos, los cuales deberán presentar tendencia a la disminución.

**SEXTO** El saneamiento de suelo contaminado con hidrocarburos deberá seguir el siguiente Plan General de Acción.

- ❖ Caracterización Geohidrológico del subsuelo
- ❖ Recuperación de los hidrocarburos en la fase líquida (solo sí existe).
- ❖ Restauración de la zona vadosa (comprendida entre la superficie y el nivel freático).
- ❖ Hidrocarburos en fase gaseosa y absorción.
- ❖ Restauración de la zona saturada (acuífero)
- ❖ Hidrocarburos en fase disuelta y absorción.

Finalmente para considerar el suelo y subsuelo descontaminado o restaurado se considerarán las siguientes lecturas de explosividad en los pozos de monitoreo no se deben rebasar el 10% o 400 p.p.m (partes por millón), de VOC's (compuestos orgánicos volátiles).

## **ACCIONES A REALIZAR**

**Derrames o fugas** Los recipientes que llegaran a fugar, deberán trasladarse a un área bien ventilada y ser alejados del resto de las instalaciones y de las fuentes de ignición, transvasando el producto a otros recipientes que están en buenas condiciones y de acuerdo a los procedimientos para ésta actividad. Por ningún motivo se verterán estos productos a los drenajes pluviales y/o de aguas residuales, ya que por su volatilidad desprenden vapores aunque poco tóxicos, se llegan a formar mezclas explosivas o inflamables capaces de afectar grandes distancias hasta una fuente de ignición. No tocar el producto

derramado, detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo. No introducir agua en los contenedores. Absorber con tierra, aserrín, musgo, u otro material absorbente no combustible.

**Eliminación** Personal debidamente protegido y conocedor de los riesgos existentes, procederá a lavar el área afectada con agua en abundancia. El producto residual o material contaminado será considerado residuo peligroso. Sí su temperatura de inflamación es menor a 60 °C y requiera su disposición en una instalación aprobada para un residuo peligroso, solicitando el manifiesto correspondiente.

#### **Procedimientos especiales de combate de incendios**

El personal que ataque un incendio en las diferentes áreas de la Estación de Servicio, de preferencia debe hacerlo usando un equipo de respiración autónoma, enfriar con agua los contenedores y el equipo expuesto al fuego. Sí la fuga o derrame no se ha incendiado, usar agua rociada para dispersar los vapores y proteger a las personas que intentan parar un fuego.

**Almacenaje** Debido a que las gasolinas son líquidos inflamables, existe el riesgo de incendio donde se almacenan, manipulan o usan, por lo que deben tomarse precauciones para evitar que sus vapores formen mezclas explosivas. Evitar temperaturas extremas en su almacenamiento, es recomendable realizar esta actividad en contenedores cerrados y fríos, secos, aislados, así como en pareas bien ventiladas, alejadas de fuentes de calor, fuentes de ignición y productos incompatibles o que ocasionen una reacción con ácidos y materiales oxidantes. No almacenar en contenedores sin etiquetas y los que contengan gasolina, deberán almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente vacíos. No comer, tomar bebidas o fumar en las áreas usadas para su almacenamiento. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.

### **PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE REPORTES DE RESTAURACIÓN DE SUELO**

#### **PRIMERO:**

Como actividad inicial y con el objeto de determinar una posible contaminación del suelo, subsuelo y manto freático en una Estación de Servicio, se considera importante el realizar un "Estudio de diagnóstico de contaminación de suelo", en el predio objeto del proyecto.

El "Estudio de Diagnóstico de Contaminación del Suelo", deberá reunir las siguientes características.

- A.- Análisis preeliminar y descripción de antecedentes de la Estación de Servicio.
- B.- Realizar sondeos\* con las siguientes características.

Se realizarán perforaciones utilizando rotomartillo y o Penetrómetro con incisiones de 5/8" de diámetro por lo menos a 3.00 metros de profundidad, cuidando de realizar mediciones en cada metro de profundidad realizando lecturas con un explosímetro y anotando los niveles de explosividad en porcentaje L.E.L. Lower Explosivity Limit (nivel más bajo de explosividad), es decir la cantidad mínima necesaria para que una sustancia reaccione e inflame o explote.

Se deben ubicar o distribuir de la siguiente manera.

- 2 perforaciones por casa isla existente en la Estación de Servicio, se deberá dar prioridad en la proximidad de los dispensarios y cuando se presenten fracturas o agrietamientos, o bien en los registros del drenaje si los hubiere.
  - 4 perforaciones alrededor de la trampa de grasas y aceites.
  - 6 perforaciones en el perímetro de la fosa que alberga los tanques de almacenamiento de combustible.
  - 4 perforaciones paralelas al drenaje.
  - 4 perforaciones en el perímetro de la propiedad, cercana a las zonas donde se registraron los máximos valores de explosividad y o la presencia de fase líquida.
- C.- Tomar dos lecturas empleando un explosímetro y/o un gasómetro con ionización de flama, a cada metro de profundidad en cada uno de los puntos seleccionados. El número total de lecturas debe ser de 80, 40 de explosividad y 40 de hidrocarburos volátiles totales y registrar éstas en el reporte correspondiente.
  - D.- Habilitar como mínimo 4 estaciones de monitoreo en los lugares con la mayor concentración encontrada de las perforaciones realizadas, las cuales se deberán acondicionar a un mínimo de dos pulgadas y ademar con tubo de PVC dejándolo permanentemente con tapa de tipo rosca o de vacío, para continuar el monitoreo.

Estas estaciones deberán incluir los siguientes componentes:

- Punta dedicada de acero inoxidable con malla metálica del mismo material.
- Tubo flexible de polietileno de ¼" de 3.30 metros de largo para conectar la punta dedicada hacia la superficie.
- Registro de superficie para protección de tubo flexible de polietileno.

\* El mínimo de puntos de sondeo deberá ser de 20.



#### **CUARTO:**

Si en los resultados del estudio anterior se determina la presencia de contaminación se proseguirá con el programa de actividades.

El cúmulo de actividades necesarias para llevar a cabo los proyectos de saneamientos de un predio contaminado con hidrocarburos en el subsuelo, es el siguiente:

- Caracterización Geohidrológica del predio contaminado.
- Caracterización Geoquímica de los contaminantes.
- Identificación de los cuerpos receptores y determinación de riesgos.
- Diseño e instalación de equipos para el proceso.
- Programas y reportes mensuales de actividades.
- Proyección de los índices de descontaminación para cada una de las fases contaminantes, en la fuente y los cuerpos receptores en forma mensual.

#### **QUINTO:**

El responsable de la Estación de Servicio, tendrá la obligación de realizar la descontaminación del suelo, subsuelo y manto freático, para lo cual deberá entregar un programa calendarizado, el cual incluirá los siguientes factores.

- Tipo y antigüedad de los contaminantes en suelo, subsuelo y acuífero.
- Litología (composición mecánica del suelo), particularmente su permeabilidad.
- Identificación de los volúmenes totales del suelo y subsuelo contaminado.
- Identificación del volumen total de hidrocarburos en el acuífero.
- Selección del método de restauración de suelo, subsuelo y acuífero.

#### **TECNOLOGÍAS DISPONIBLES DE SANEAMIENTO DEL SUELO, SUBSUELO Y ACUÍFERO:**

- Excavación y disposición final.
- Incineración \*
- Venteo o extracción de vapores
- Lavado de suelo por medios químicos.
- Biodegradación.
- Combinación de tecnologías

## TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS DE RESTAURACIÓN PARA ESTACIONES DE SERVICIO

| IN-SITU   |  |   |
|---|--|---|
| TIPO DE RESTAURACION  | APLICACION   | VENTAJAS  |
| EVS Extracción de vapores del Suelo<br>Reduce la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles VOC's absorbidos en la zona vadosa   | Se aplica vacío en la matriz del suelo creando una presión negativa en el gradiente lo que causa el movimiento de vapores realizando la extracción en los pozos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimas afectaciones en el sitio de operación</li> <li>• Tiempo corto de tratamiento</li> <li>• Facilidad para combinarse con otras tecnologías</li> <li>• Usado en suelos no excavados</li> </ul>   |
| Bioventeo<br>Esta tecnología emplea microorganismos nativos, la biodegradación orgánica constituye la absorción del suelo en la zona vadosa   | La actividad de las bacterias nativas, inducidas con nutrientes y la inyección de aire o O <sub>2</sub> favorece el flujo en la zona insaturada, se usa la inyección de aire y la extracción en los pozos.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación fácil del equipo</li> <li>• Mínima afectación de la zona en áreas inaccesibles</li> <li>• Tiempo corto de tratamiento</li> <li>• Facilidad para combinarse con otras tecnologías.</li> </ul>   |
| BA Bombeo de aire<br>Esta tecnología permite reducir la concentración de los VOC's ocasionados por los productos derivados del petróleo, absorber el suelo y la fase disuelta en las aguas freáticas.                               | Se realiza la inyección de aire a presión en la superficie y en la zona saturada, facilita la liberación de hidrocarburos al transformarlos en cadenas más cortas eliminándolos en fase vapor. El aire se esparce alrededor de la zona vadosa BA generalmente es usada con EVS.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil instalación</li> <li>• Tiempo corto de tratamiento</li> <li>• Bajo costo para este sistema</li> <li>• No requiere extracción o almacenamiento de suelo, se considera apropiado para la fase disuelta en aguas freáticas.</li> </ul>  |
| BB Biobombeo<br>Esta tecnología usa microorganismos nativos para realizar una biodegradación orgánica constituida en la zona saturada   | Biobombeo aire y nutrientes (solo en caso necesario), son inyectados en la zona saturada para incrementar la actividad biológica de los microorganismos, esta técnica reduce los constituyentes del petróleo en las aguas subterráneas, absorbe en suelo sobre la tabla de agua, por el método de capilaridad.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil instalación</li> <li>• Mínima afectación en el sitio de operación</li> <li>• Tratamiento a corto plazo, costo accesible</li> <li>• Compatible con el BA en el tratamiento de los derivados del petróleo</li> <li>• No requiere mucho movimiento de suelo o descargar sobre el agua freática</li> </ul> |
| Extracción de fase dual (Bombeo de líquidos), tecnología que puede ser usada para bombear diferentes tipos de contaminación en el agua freática separa la fase líquida de los productos del petróleo y vapores hacia la superficie. | BLS El bombeo de líquidos a la superficie se aplica relativamente al alto vacío para extraer hacia la superficie tanto líquidos como vapores juntos los vapores o líquidos extraídos pueden ser reinyectados.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento corto</li> <li>• No se emplean bombas sumergibles</li> <li>• Incrementa sustancialmente la extracción del agua freática y baja la permeabilidad</li> <li>• Se usa en sitios donde existe producto libre</li> <li>• Se emplea en sitios que no requieren excavación</li> </ul>                    |
| Atenuación Natural.- Es una restauración pasiva depende y aprovecha completamente los procesos de degradación natural y la disociación de los derivados del petróleo en suelo y agua freática                                       | Atenuación Natural de los Hidrocarburos, incluye la dispersión, volatilización, absorción y la biodegradación aerobia y anaerobia, lo más importante de la atenuación natural, es el mecanismo de biodegradación, este es solo el proceso natural dando como resultado una alta reducción en los derivados del petróleo. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo usado como alternativa de restauración</li> <li>• Mínima afectación del sitio</li> <li>• Potencialmente se puede seguir construyendo en otras áreas no requiere excavación</li> </ul>   |
| Bioremediación del agua freática<br>Esta tecnología se encarga de la reproducción acelerada de los microorganismos nativos que realizan la biodegradación de la materia orgánica constituida en la zona saturada                    | La bioremediación requiere de mecanismos para simular y mantener la actividad de los microorganismos principalmente aceptores eléctricos (como el Oxígeno y nitrato), nutrientes (nitrógeno y fósforo), y una fuente de energía (carbón) los cuales son inyectados.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remediación de contaminantes absorbidos o mezclados con material geológico, restaura los disueltos en el agua freática</li> <li>• Bajo costo y funciona con otras tecnologías</li> <li>• Esta no produce desechos ni requiere de una disposición.</li> </ul>   |

| EX-SITU  |  |  |
|--|--|--|
| TIPO DE RESTAURACION   | APLICACION   | VENTAJAS   |
| <b>Biopila</b><br>Esta tecnología envuelve el suelo contaminado en un lugar fuera del sitio, formando pilas o celdas, simulando una actividad de microorganismos aerobios dentro y alrededor de un sistema de aireación y adición de minerales y nutrientes. | Las Biopilas son un sistema de ingeniería que usan oxígeno generalmente incluido en el aire, el cual simula la reproducción de las bacterias aerobias degradadoras de hidrocarburos absorbidos en el suelo, el aire en un ciclo de inyección y extracción a través de una serie de perforaciones ubicada en toda la Biopila. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e implementación simple</li> <li>• Tratamiento de corto tiempo</li> <li>• Costo accesible</li> <li>• Efectivo ya que los constituyentes orgánicos se mezclan con la biodegradación.</li> <li>• Requiere un suelo apropiado como en la biogranja</li> <li>• Efectivo para los derivados del petróleo</li> </ul> |
| <b>Biogranja</b><br>Tecnología para reducir en el suelo la concentración de los derivados del petróleo por medio de la biodegradación  | Dentro de esta técnica se requiere el manejo adecuado del suelo impactado, extraído en alguna Estación de Servicio se realiza la simulación de la actividad microbiana de tipo aeróbico, dentro del suelo por medio de la aeración y/o la adición de minerales y nutrientes.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e implementación simple</li> <li>• Tratamiento de corto tiempo</li> <li>• Costo accesible</li> <li>• Efectivo ya que los constituyentes orgánicos se mezclan con la biodegradación.</li> </ul>   |
| <b>Disorción Termal a Baja Temperatura DTBT</b><br>Tecnología que separa físicamente los hidrocarburos del petróleo para suelos excavados.   | La disorción termal es diseñada para suelos cuya temperatura al variar lo suficiente volatilice la fase adsorbida en suelo, vaporizando los VOC's los cuales reciben un tratamiento secundario para evitar la dispersión hacia la atmósfera.   | Tratamiento Rápido alrededor de 25 tons/hr.<br>Costo accesible para volúmenes (>1,000 yd <sup>3</sup> ).<br>Usadas en áreas de fácil migración<br>El suelo tratado puede ser rehusado en el sitio<br>Usándose constantemente se pueden reducir los TPH por debajo de 10 p.p.m y los BTEX por debajo de las 100 p.p.m.  |

Para la verificación de avance de los trabajos de restauración de suelo, subsuelo y acuífero, deberá reportarlo mensualmente a la autoridad competente, así como los resultados obtenidos, los cuales deberán presentar la tendencia y la disminución.

#### SEXTO:

El saneamiento de suelos contaminados con Hidrocarburos deberá seguir el siguiente plan general de acciones:

- Recuperación de los Hidrocarburos en la fase líquida
- Remediación de la zona vadosa (comprendida entre la superficie y el nivel freático). Hidrocarburos en la fase gaseosa y de absorción.
- Remediación de la zona saturada (acuifero). Hidrocarburos en la fase disuelta y absorción.

Los criterios para considerar descontaminado el suelo, subsuelo y manto freático son los siguientes:

#### EN FASE GASEOSA:

Que las lecturas de explosividad y de Compuestos Orgánicos Volátiles VOC's en los pozos de monitoreo, no deben rebasar el 10% o 400 p.p.m de VOC's.

## En materia de suelo y subsuelo:

Se consideran para restauración de suelo y subsuelo.

| PARAMETROS                    | SUELO |
|-------------------------------|-------|
| PH                            | 6 a 8 |
| <b>Parámetros inorgánicos</b> |       |
| Antimonio                     | 20    |
| Arsénico                      | 5     |
| Bario                         | 200   |
| Berilio                       | 4     |

Nota: Todos los valores están dados en mg/L.

| PARAMETROS                        | SUELO |
|-----------------------------------|-------|
| Boro (soluble en agua caliente)   | 1     |
| Cadmio                            | 05    |
| Cromo hexavalente                 | 2.5   |
| Cromo total                       | 20    |
| Cobalto                           | 10    |
| Cobre                             | 30    |
| Mercurio                          | 0.1   |
| Molibdeno                         | 2     |
| Níquel                            | 20    |
| Selenio                           | 1     |
| Cianuro                           | 2.5   |
| Plomo                             | 25    |
| Plata                             | 2     |
| Azufre (elemental)                | 250   |
| Talio                             | 0.5   |
| Estaño                            | 5     |
| Vanadio                           | 25    |
| Zinc                              | 60    |
| <b>Hidrocarburos Monocíclicos</b> |       |
| Benceno                           | 0.05  |
| Clorobenceno                      | 0.1   |
| 1,2- diclorobenceno               | 0.1   |
| 1,3- diclorobenceno               | 0.1   |
| 1,4- diclorobenceno               | 0.1   |
| étil benceno                      | 0.1   |
| Estireno                          | 0.1   |
| Tolueno                           | 0.1   |
| Xileno                            | 0.1   |
| <b>Compuestos Fenólicos</b>       |       |
| No- clorados                      | 0.1   |

Nota: Todos los valores están dados en mg/L.

| PARAMETROS                         | SUELO |
|------------------------------------|-------|
| Clorofenoles                       | 0.05  |
| Hidrocarburos Poliaromáticos PAH's |       |
| Benzoantraceno                     |       |
| Benzopireno                        |       |
| Benzofluoranteno                   |       |
| Dibenzoantraceno                   |       |
| Naftaleno                          |       |
| Fenantreno                         |       |
| Pireno                             |       |
| Hidrocarburos Clorados             |       |
| Alifáticos clorados                |       |
| Clorobenzenos                      |       |
| Hexaclorobenceno                   |       |
| Hexa clorociclohexeno              |       |
| PCB's                              |       |
| PCDD y PCDF                        |       |

Nota: Todos los valores están dados en mg/L.

### En Manto freático:

Para considerar el acuífero descontaminado se deben cumplir los criterios de calidad de agua fuente de abastecimiento entre los que se encuentran las siguientes:

| PARAMETROS                                 | LIMITES |
|--|---------|
| Cadmio                                     | 0.01    |
| Níquel                                     | 0.01    |
| Zinc                                       | 5.0     |
| Plomo                                      | 0.05    |
| Benceno                                    | 0.01    |
| Carbono orgánico extractable en alcohol    | 1.5     |
| Carbono orgánico extractable en cloroformo | 3.0     |

Nota: Todos los valores están dados en mg/L.

| PARAMETROS                             | LIMITES |
|--|---------|
| Hidrocarburos aromáticos polinucleares | 0.00003 |
| Fenol                                  | 0.3     |
| Etil benceno                           | 1.4     |
| Tolueno                                | 14.3    |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Sustancias activas al azul de metileno | 0.5                   |
| Grasas y Aceites                       | Ausente               |
| Sólidos disueltos                      | 500                   |
| Sólidos suspendidos                    | 500                   |
| Sólidos totales                        | 1000                  |
| Olor                                   | Ausente               |
| Color                                  | 75.0                  |
| PH                                     | 5-9                   |
| Turbiedad                              | Condiciones naturales |
| Sulfuros                               | 0.2                   |
| Nitratos                               | 5.0                   |
| Nitritos                               | 0.05                  |
| Cobre                                  | 1.0                   |

Nota: Todos los valores están dados en mg/L.

### SÉPTIMO:

Cada una de las fases deberá contar con su protocolo para el control del proceso, de tal manera que se le pueda dar seguimiento al avance de los trabajos y sus resultados.

Los protocolos a ser utilizados deberán ser sancionados por la autoridad competente, previamente a su utilización, para ser presentado en forma mensual y deberán contar por lo menos con los siguientes elementos de información.

**FASE GASEOSA:** Se presentará un reporte mensual indicando los índices de reducción de explosividad y VOC's con lecturas diarias para cada pozo de monitoreo (mínimo de 10), así como en los pozos de proceso y recuperación de hidrocarburos en fase líquida y en los nuevos puntos de sondeo para conocer el estado general del subsuelo.

La reducción de la explosividad deberá ser obtenida en un periodo corto de tiempo.

**FASE LIQUIDA:** Recuperación de hidrocarburos en forma diaria y anotar los resultados observados en los pozos de monitoreo instalados ex profeso para medir la eficiencia del sistema.

La disposición final de los residuos y compuestos deberá documentarse soportándolo conforme marcan las Leyes Ambientales en Materia de Residuos Peligrosos.

La reducción de la recuperación de la fase líquida deberá ser obtenida en un periodo corto de tiempo.

**FASE DISUELTA:** Realizar los análisis químicos de las aguas, antes y después de haber iniciado la restauración, en forma diaria, con equipo propio y en forma semanal, por medio de análisis de laboratorio.

El número de análisis mensuales será igual al número de pozos de monitoreo y recuperación de hidrocarburos en fase líquida, con un mínimo de 10 pozos y 40 análisis mensuales.

Los atributos y límites de control serán conforme a lo dispuesto en el capítulo sexto de este lineamiento.

#### **FASE DE ADSORCION O SÓLIDA:**

Realizar análisis por cromatografía de gases en matriz tierra para ajustar el proceso a las Normas Nacionales e Internacionales que deberán de incluir cuando menos a los **TPH** Hidrocarburos totales del Petróleo y los **BTEX** Benceno, Tolueno, Etileno y Xileno, metales pesados (plomo), y Naftalenos. Otros elementos serán definidos conforme al análisis de riesgo (dosis-Exposición).

Estos análisis de las muestras obtenidas en diferentes lugares a tres profundidades distintas, por lo menos en 10 lugares distintos dando un total de cuando menos 30 análisis mensuales, deberán presentarse en forma mensual ante la autoridad correspondiente.

### **LINEAMIENTOS EN VERIFICACIONES AMBIENTALES**

#### **PROCEDIMIENTO**

Realizar las perforaciones necesarias para identificar la presencia de los hidrocarburos en el subsuelo, las cuales serán de 5/8" de diámetro a 3 metros de profundidad.

Se tomarán lecturas del porcentaje de explosividad y de los compuestos orgánicos volátiles en partes por millón, presentes en el subsuelo a 1.50 metros y 3.00 metros de profundidad en cada una de las perforaciones realizadas.

Durante la operación, una de las principales fuentes de riesgo y emisión de vapores a la atmósfera es la recepción de combustible por parte del auto tanque de PEMEX misma que se encuentra relacionada con la fase I del sistema de recuperación de vapores, los codos las mangueras y los bronceos de la bocatoma de los tanques tienen un promedio de vida útil sin embargo se utilizan con tal frecuencia que ya no embonan correctamente y es común observar recipientes de diferentes materiales para captar la gasolina en fase líquida, sin ningún control sobre la fase vapor, en este caso también influye la forma de recepción del producto no siguiendo un orden establecido, en ocasiones se introduce la

manguera del SRV antes de estar conectada al auto tanque lo que ocasiona la liberación de vapores a la atmósfera sin control alguno.

En este caso en particular se debe seguir el siguiente procedimiento:

**Se deberá realizar una correcta recepción de combustible del auto tanque a los tanques de almacenamiento de combustible.**

#### **A la llegada del auto tanque:**

- ❖ Se sitúa el auto tanque en el área correspondiente dependiendo del tanque de almacenamiento al que se corresponda vaciar el contenido.
- ❖ Se delimita el área de descarga mediante el uso de los biombos y se coloca el equipo de seguridad (extintores).
- ❖ El encargado de piso sube al auto tanque y verifica la SISSA (10 segundos máximo).
- ❖ Anclar el auto tanque a tierra física
- ❖ Verificar los sellos de garantía en la bocatoma del auto tanque
- ❖ Colocar la manguera de RV en el auto tanque
- ❖ Colocar la manguera RV en el auto tanque de almacenamiento
- ❖ Colocar la manguera de combustible en el auto tanque y por último en la bocatoma del tanque de almacenamiento
- ❖ Verificar fugas
- ❖ Checar la tapa de la bocatoma de los tanques y verificar los empaques y el sello hermético.
- ❖ Al retirarse el auto tanque:
- ❖ Checar el bronce de la bocatoma del tanque de almacenamiento y apretar (10 segundos máximo)
- ❖ Tapas correctamente las bocatomas del tanque y del sistema de recuperación de vapores
- ❖ Drenar la válvula de sobrellenado y limpiar perfectamente, libre de basura y principalmente de combustible

**IMPORTANTE;** en un Radio de seis metros se debe aislar el auto tanque con los señalamientos correspondientes y nunca pero nunca se debe despachar combustible a los automóviles con los dispensarios que se encuentran conectados al tanque de almacenamiento de combustible que se abastece en el momento.

- ❖ Colocar extintores alrededor del auto tanque.
- ❖ Realizar periódicamente pruebas con el VEDER ROOTH, con el fin de verificar que funcionen los sensores de fugas de los pozos de monitoreo instalados en la fosa de tanques.
- ❖ Llevar una bitácora de operación y mantenimiento en donde se anoten la fecha y hora en que se recibió el producto y las eventualidades ocurridas.

- ❖ Revisar periódicamente las mangueras y pistolas para evitar fugas de combustible y/o vapores en el área de suministro de combustible debido a que no son reemplazadas con la frecuencia recomendada por el fabricante y llegan a presentar goteo en la zona de islas.
- ❖ Regularmente los sensores de la pistola llagan a fallar y/o se ahogan ocasionando el derrame de combustible, en muchas ocasiones el producto se barre hacia las rejillas de captación las cuales se dirigen a la trampa de grasas y aceites. Frecuentemente es dirigida a los pozos de monitoreo y/o tratamiento localizados en esta zona.
- ❖ Realizar la limpieza de la trampa de grasas y aceites diario la colecta de nata y depositarlo en un contenedor metálico con capacidad de 200 litros, con tapa y rotulado como Residuo Peligroso.
- ❖ Realizar la limpieza de las rejillas perimetrales y el pozo indio (en caso de tener)
- ❖ Para el caso de la trampa de grasas y aceites, esta se debe limpiar diariamente depositando las natas en un contenedor metálico con capacidad de 200 litros, con tapa y rotulado como Residuo Peligroso ubicado en un lugar alejado de la zona de suministro, al contener más de la mitad de su capacidad se debe disponer a través de una empresa autorizada por el INE para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos, misma que debe entregar el manifiesto correspondiente.
- ❖ La trampa después de un determinado tiempo precipita los lodos generados en la zona del arenero, estos lodos se deben extraer y depositar en contenedores apropiados y/o en un vehículo adaptado para realizar esta actividad misma que deberá entregar el manifiesto correspondiente.
- ❖ Solicitar la presencia de los técnicos de la empresa que instaló el SRV, para que realice pruebas de operación y/o realizar mantenimiento de los equipos para optimizar el funcionamiento de los mismos.
- ❖ Realizar las pruebas de hermeticidad para tanques de almacenamiento y líneas de conducción anotando la fecha, hora y resultados de la prueba en la bitácora.
- ❖ Evitar las viejas prácticas del jarreo y el uso de la regla, debido a que la mayoría de las veces se mantiene abierta la bocatoma del tanque lo cual genera una gran cantidad de volátiles a la atmósfera.
- ❖ Llevar a cabo simulacros dentro de las instalaciones de la estación de servicio y registrarlo en la bitácora.

## **INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS:**

Si los niveles de contaminación en alguna de las perforaciones es igual o mayor de 400 p.p.m. de Compuestos Orgánicos Volátiles y menor a 10% de Explosividad L.E.L., se procederá mediante acuerdo y/o resolución a solicitar el Estudio de Diagnóstico de Contaminación de Suelo para la Estación de Servicio.

Si los niveles de explosividad en alguna de las perforaciones, es igual o mayor al 10% se procederá mediante Resolución Administrativa a la **Clausura temporal Parcial en la Estación de Servicio.**

Dentro del Distrito Federal se tienen un total de 261 Estaciones de Servicio las cuales ya realizaron la remodelación y la instalación de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina y se encuentran operando de manera adecuada, se distribuyen de la siguiente manera:

### **1.- Alvaro Obregón**

En la Delegación, se ubican aproximadamente 6 gasolineras, la totalidad de ellas ya han cumplido con los requisitos de modernización e instalación de nuevos dispositivos de seguridad y contaminación. Por otro lado en la Delegación se ubica la Terminal Satélite poniente de Petróleos Mexicanos en la zona de Lomas de Tarango.

### **2.- Azcapotzalco**

Existen un total de 14 gasolineras, ubicadas en las siguientes Colonias; las Salinas, Azcapotzalco, del Maestro, Industrial Vallejo, Lotería Nacional, Clavería (2), Nueva Santa María, Santa Lucía, Tezozómoc, Pro-Hogar, Ampliación El Gas, El Jagüey y Nextengo. Por otro lado en la Delegación se ubica la Terminal Satélite Poniente de Petróleos Mexicanos en la Ex-refinería de Azcapotzalco.

### **3.- Benito Juárez**

Existen un total de 27 gasolineras, distribuidas de la siguiente manera: 3 se encuentran en la colonia Del Valle norte, 4 en las Del Valle centro y sur, 4 en la colonia Narvarte y 3 en la colonia Álamos. El resto de las colonias tienen una o dos gasolineras, mientras que en la colonia San Pedro de los Pinos sólo se cuenta con una.

### **4.- Coyoacán**

Existen un total de 12 gasolineras, distribuidas de la siguiente manera: Cantil del Pedregal, El Caracol, Insurgentes Cuicuilco, Olímpica, P. del Sur, Santa Ursula, C.U., Romero de Terreros, Del Carmen, La Candelaria, San Mateo y El Rosedal.

### **5.- Cuajimalpa**

Existen un total de 4 gasolineras, distribuidas sobre el Bulevar Reforma Poniente (Carretera Federal México-Toluca) en las Colonias: Palo Alto, Cuajimalpa y Rancho Locaxco.

### **6.- Cuauhtémoc**

Existe un total de 52 gasolineras, de las cuales 5 se concentran en la colonia Guerrero, 5 en la Santa María la Ribera y 5 en la Roma Norte, mientras en las colonias Condesa, Hipódromo Condesa y Doctores, existen 4 en cada una.

Existe también un gasoducto de Petróleos Mexicanos que atraviesa la Delegación de oriente a poniente, en la porción norte de la misma. Las colonias que cruza son Atlampa, Ex-Hipódromo de Peralvillo, Felipe Pescador, Maza, Morelos, Peralvillo, San Simón Tolnáhuac, Santa María Insurgentes y Unidad Nonoalco Tlatelolco.

#### **7.- Gustavo A. Madero**

Existe un total de 23 gasolineras. No existe una colonia o punto de concentración importante de las mismas.

#### **8.- Iztacalco**

En la Delegación Iztacalco se localizan 6 gasolineras con las siguientes localizaciones: Avenida Coruña cercana a la calle N. de Samacois; Avenida Coruña y Calz. de la Viga; Calzada de la Viga y cercana a calle Madero; Playa Icacos y cercana a calle Playa Revolcadero; Avenida Plutarco Elías Calles cercana a Priv. Calles y, Avenida Plutarco Elías Calles esquina Río Churubusco.

#### **9.- Iztapalapa**

Existe un total de 32 gasolineras. No existe una colonia o punto de concentración importante de las mismas.

#### **10.- Magdalena Contreras**

Existen un total de 2 gasolineras, distribuidas una en San Jerónimo Lídice y Santa Teresa.

#### **11.- Miguel Hidalgo**

Existen un total de 12 gasolineras y en una parte de la Delegación se ubica la Terminal Satélite Poniente de Petróleos Mexicanos en la Ex-refinería de Azcapotzalco.

#### **12.- Milpa Alta**

Existen un total de 2 gasolineras, distribuidas una en Santa Cruz y San Agustín Othenco.

#### **13.- Tláhuac**

En Tláhuac existen un total de 4 gasolineras, distribuidas en la colonia La Nopalera, Barrio Santiago Centro, Barrio Santa Ana y Barrio San Miguel.

#### 14.- Tlalpan

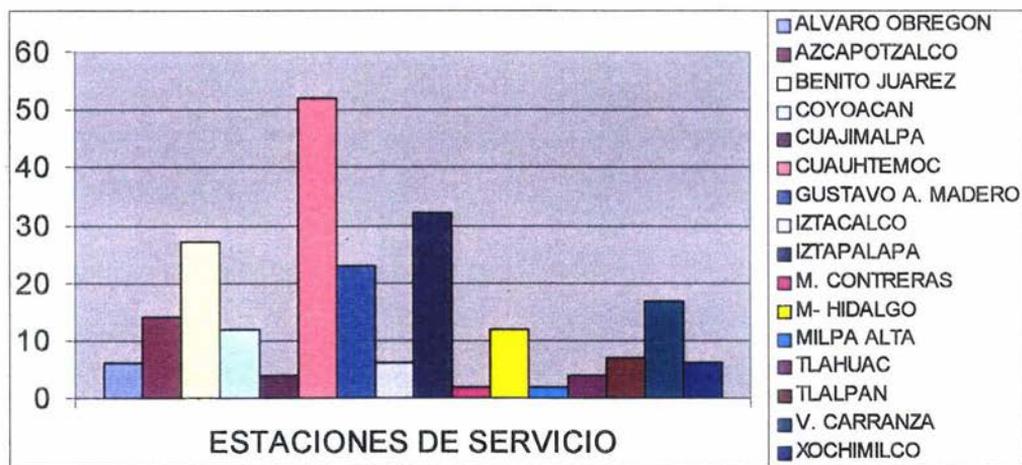
Existen en la Delegación siete estaciones de servicio 2 en la Av. Insurgentes en la Colonia la Joya, 1 en el cruce de la Av. San Fernando y Calzada de Tlalpan, 1 en la Colonia Huipulco en los cruces de la Calzada de Tlalpan y la Calzada México y Xochimilco, 1 en la Zona de Coapa en los cruces de Calzada Acoxta y Canal de Miramontes y 2 en la zona de Padierna una de ellas sobre la Carretera Picacho Ajusco y la calle Tizimín y finalmente 1 en Av. 35 y calle 8 en la Colonia San Nicolás.

#### 15.- Venustiano Carranza

Existe un total de 17 gasolineras en la Delegación, de las cuales, 5 se concentran en la Colonia Morelos.

#### 16.- Xochimilco

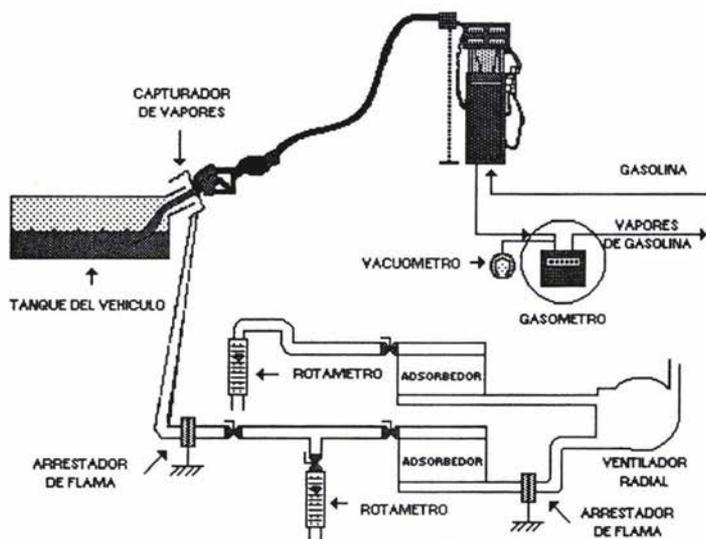
Existe un total de 6 gasolineras en la Delegación, ubicación, Guadalupe I. Ramírez, Pino, San Antonio, Calzada Xochimilco-Tulyehualco y Prolongación División del Norte.



De igual manera, se ubican un total de 143 Centros de autoconsumo, los cuales se ubican en empresas particulares, así como en las terminales de camiones y los módulos de la Ex-ruta 100.

## DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

ESQUEMA DEL METODO Y PUERTO DE MUESTREO PARA CUANTIFICACION DE EMISIONES EVAPORATIVAS EN AUTOMOVILES



Sistema de Recuperación de Vapores de Gasolina.- Este sistema cuenta con tres fases de recuperación de vapores de gasolina.

Fase 0.- Se instaló en las terminales de Petróleos Mexicanos un sistema de llenado en el que no se forman vapores en los tanques de almacenamiento de combustible y se recupera el vapor de los autotanques.

Fase I.- El auto tanque de PEMEX con capacidad de 20,000 litros se estaciona en la zona de tanques de la Estación de Servicio y se inicia la colocación de dos mangueras una de abasto de gasolina y una de recuperación de vapores, al descargar la gasolina se recuperan los vapores del tanque de almacenamiento en proporción de 1-1 es decir un litro de gasolina por un litro de vapor de gasolina que anteriormente se descargaba directamente a la atmósfera, nuevamente en planta al condensarse los vapores en una torre se recuperan aproximadamente 200 litros de gasolina que son depositados en un tanque de sucios.

Fase II.- Cuando llega un automóvil a la Estación de Servicio y carga combustible el equipo con el que cuenta la Estación funciona con los sistemas de doble pared en los que por un lado se surte combustible y por otro lado se recuperan vapores

de gasolina, ubicados en las pistolas, mangueras y líneas de conducción, almacenando el vapor de los tanques de los automóviles, en los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio.

Se debe contar con un sistema de monitoreo electrónico permanente en el tanque de almacenamiento y del contenedor de los tanques, como medida preventiva para determinar la presencia de explosividad (L.E.L.) en la fosa por medio de un equipo de control instalado en las oficinas de la administración del establecimiento.

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido por las autoridades ambientales, durante los trabajos de remodelación se deben tomar las acciones tomadas derivadas de la excavación y la extracción de los tanques de almacenamiento de combustible, gabinetes de dispensarios, así como las líneas de conducción de combustible enterradas, presentando los manifiestos correspondientes de disposición de Residuos Peligrosos, en el cual se mencione la disposición final del material extraído

## CASO DE ESTUDIO (EJEMPLO)

### 1. ANTECEDENTES

Determinar en las Estaciones de Servicio él inició operaciones emitido por la Gerencia Comercial Zona Valle de México de PEMEX Refinación, manifestando si de ese tiempo a la fecha, no se han reportado eventos que manifiesten una afectación o impacto negativo derivado de la operación.

Mencionar cuando se llevó a cabo la última remodelación del establecimiento de acuerdo a las especificaciones de PEMEX, con la construcción de un contenedor de concreto armado para la instalación de un determinado numero de tanques de doble pared (acero al carbón y fibra de vidrio) con diferentes capacidades, así como la instalación de líneas de conducción del producto hacia los dispensarios con una doble pared y con las especificaciones para operar con un sistema de recuperación de vapores de gasolina SRV, mencionando el número de islas y dispensarios, así como el número de posiciones.

#### 1.1 Mecánica de Suelos.

Se debe realizar de acuerdo al **SUCS** (sistema unificado de clasificación de suelos).

Taxonomía de diez tipos de suelo.

| TIPO       | HORIZONTES, RASGOS CARACTERÍSTICOS  | FERTILIDAD                                   | DISTRIBUCIÓN  |
|------------|---|--|---|
| Entisol    | Ninguno o rudimentario; se forma en tierras de aluvión húmedas  | Buena  | Valles fluviales  |
| Vertisol   | Ninguno; alto contenido de arcilla hinchable  | Buena  | Pastizales de regiones estacionalmente secas,                                     |
| Inceptisol | Incipiente; se forma en superficies de tierras jóvenes  | Variable                                     | En todo el mundo, aunque más común en regiones montañosas                         |
| Aridisol   | Diferenciado, especialmente el horizonte de arcilla   | Buena con riego                              | En regiones desérticas de todo el mundo   |
| Molisol    | Diferenciado, con horizonte de gruesa superficie orgánica oscura  | Excelente, especialmente para cereales       | Grandes praderas,   |
| Espodosol  | Diferenciado, con concentraciones de materias orgánicas, aluminio y hierro                                | Buena, especialmente para trigo              | Bosques septentrionales de Norteamérica   |
| Alfisol    | Diferenciado, especialmente el horizonte de arcilla   | Deficiente, requiere fertilizantes           | Regiones húmedas y templadas de Norteamérica                                      |
| Ultisol    | Diferenciado, altamente lavado con horizonte de arcilla ácida   | Deficiente, requiere fertilizantes orgánicos | Subtrópicos húmedos, como por ejemplo: él   |
| Oxisol     | No diferenciado, con brillantes rojos y amarillos debido a los minerales ferrosos                         | Deficiente, requiere fertilizantes           | Trópicos húmedos.   |
| Histosol   | No diferenciado, drenaje deficiente, el más alto contenido de carbono orgánico que todos los demás suelos | Variable                                     | Regiones húmedas, tanto frías (turberas) como cálidas (pantanos) de todo el mundo |

## Caracterización

El estudio mediante el cual se manifiestan las condiciones ambientales del subsuelo y aguas subterráneas, utilizando el siguiente método: Se realiza la perforación de 22 pozos con profundidades de 1.50 y 3.00 metros, con el firme interés de determinar la concentración de contaminantes presentes en el subsuelo, aguas freáticas, así como el tipo de materiales que subyacen la zona estudiada y que permitió determinar la presencia de hidrocarburos en el área que ocupa la estación de servicio, de igual manera permitió cuantificar la emisión de orgánicos volátiles a la atmósfera.

Del análisis de la información anterior, así como la captada en campo durante el proceso constructivo, se deberá ajustar el programa de restauración conforme a las acciones que se describen en los siguientes puntos.

Ubicación de la Estación de Servicio determinando la superficie en m<sup>2</sup>, colindancias inmediatas, describiendo lo más posible los eventos naturales de la zona.

Realizar como mínimo 22 perforaciones exploratorias a profundidades de 1.00, 2.00, y 3.00 metros. Encontrando el nivel de aguas freáticas (**NAF**) y mencionar la profundidad, mencionando el flujo y dirección del mismo.

Presentar análisis por cromatografía de gases de los sondeos más representativos, utilizando el método de muestras inalteradas tanto en fase sólida como en fase líquida cuidando de presentar la cadena de custodia con número de orden e ingresarlo a un laboratorio acreditado en el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba **SINALP** y la Entidad Mexicana de Acreditación **EMA** determinando los siguientes resultados basándose en el análisis de los Hidrocarburos Totales del Petróleo TPH's recuperables (mg/kg B.H.), por el método EPA 418.1.

Realizar el sondeo de suelo y agua freática, siguiendo el método de muestras inalteradas dando un seguimiento mediante la cadena de custodia la cual deberá contener el número de orden, fecha, tipo de muestra, lugar, nombre de muestreador y hora de la toma, en un laboratorio acreditado ante la **EMA** Entidad Mexicana de Acreditación y el **SINALP** Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba, determinando los siguientes resultados basándose en el análisis de los Hidrocarburos Totales del Petróleo **TPH's** recuperables (mg/kg B.H.), por el método de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos **EPA 418.1**.

Es importante citar que a la fecha no existe una normatividad que regule las técnicas para las evaluaciones y remediaciones de suelos contaminados, y tampoco los límites máximos permisibles que se deben obtener para considerar

que el suelo se encuentra restaurado; sin embargo, y con el firme propósito de atender los requerimientos de la autoridad encargada de prevenir y controlar la contaminación de nuestro entorno, y principalmente el de garantizar que la Estación de Servicio opera en óptimas condiciones ambientales se debe observar lo siguiente:

- Restaurar el suelo contaminado, tomando como base los resultados del estudio de caracterización, que permita disminuir los índices de explosividad (**L.E.L.**), y de compuestos orgánicos volátiles (**VOC's**).
- Reducir en extensión y puntos de afectación la pluma contaminante.
- Aprovechar los trabajos de remodelación de la estación de servicio para aplicar la remediación del subsuelo, considerando a su vez la composición del suelo (estratigrafía) y los movimientos de tierra efectuados durante la excavación.
- Remover y extraer todas las cantidades presentes de producto libre que se presenten y disponerlo conforme lo señale la normatividad aplicable y las disposiciones de la autoridad ambiental responsable en esta materia.
- Monitorear en forma periódica y permanente en diversos puntos de la estación de servicio, que permita prevenir y aplicar las medidas necesarias para evitar la contaminación del subsuelo y aguas freáticas.
- Capacitar al personal operativo de la estación de servicio para que sus actividades diarias permitan garantizar que existe conciencia y responsabilidad de los problemas ambientales que pudiera ocasionar el funcionamiento de una gasolinera.

## **ALCANCES**

En cuanto a los alcances, se debe considerar que el tipo de suelo presente en la estación de servicio, es un sistema complejo debido a las condiciones de carga y descarga del acuífero, lo que se manifiesta con el incremento o decremento de la concentración existente de contaminantes, los cuales se evalúan a través de un analizador de compuestos orgánicos volátiles (**VOC's**), manifestando un cambio drástico en los valores encontrados en tiempo de lluvias y en tiempo de estiaje. Asimismo, es importante mencionar el movimiento de tierras que se lleva a cabo en los trabajos de remodelación e instalación del Sistema de Recuperación de Vapores, lo cual provoca cambios importantes en la estructura del subsuelo. Bajo estas consideraciones se plantearon los alcances siguientes:

- Durante los trabajos de remodelación de la estación de servicio, se aplicaron riegos de choque con un producto químico que favorece las reacciones REDOX (óxido-reducción), que permita disminuir el grado de explosividad que pudiera existir (menor de 10% L.E.L.).
- Seleccionar los puntos en donde se colocarán los pozos del sistema de remediación del subsuelo.
- Medición de explosividad (LEL) a diferentes profundidades.
- Medición de compuestos orgánicos volátiles (**VOC's**) en muestras obtenidas a diferentes profundidades.

- Seleccionar los suelos impactados, determinando el tratamiento *ex situ* o *in situ*.
- Construcción y equipamiento de los pozos del sistema de remediación del subsuelo.
- Aplicación de la remediación propuesta y que se describe en capítulos posteriores.
- Operación y mantenimiento del sistema activo y pasivo.

## **SISTEMA DE REMEDIACIÓN**

### **Descripción del sistema**

El sistema propuesto se determinó previo análisis de los resultados del Estudio de Caracterización del suelo, subsuelo y acuífero, así como de la estratigrafía y otros resultados obtenidos en el Estudio de Mecánica de Suelos y de lo observado al realizarse el movimiento de suelos producto de las actividades de remodelación de la Estación de Servicio.

Una de las principales características de la bioremediación es que los contaminantes se pueden transformar realmente en compuestos totalmente inocuos y no solamente se transfieren de lugar, como sucede con algunos tratamientos fisicoquímicos. Para lograr resultados positivos en la aplicación de este sistema de remediación de suelos, se aprovecharon factores importantes como fueron:

- a) La profundidad de la contaminación, con base a los resultados del estudio de caracterización.
- b) El tipo de suelo, de acuerdo a los resultados del estudio de suelo y al movimiento de tierras realizado durante las excavaciones.
- c) El tipo y concentración de contaminantes.
- d) La presencia de actividad degradadora.
- e) Las condiciones climatológicas que imperan en el lugar.

### **LA APLICACIÓN DE ESTE SISTEMA OFRECE LAS SIGUIENTES VENTAJAS:**

- 1.- No se altera el ecosistema del sitio, al contrario se recupera.
- 2.- No se generan desechos como producto del tratamiento, ya que los contaminantes son realmente degradados.
- 3.- Se acoplan a otras tecnologías, cuando la remoción de los contaminantes no es la máxima deseada, que para nuestro caso fue con la extracción de vapores.
- 4.- Los contaminantes absorbidos o atrapados en los poros del suelo, también son biodegradados.
- 5.- Si la actividad microbiana no es la deseada, puede estimularse con la adición controlada de algunos compuestos requeridos por los microorganismos.

## **Remediación in situ.**

Se determinó realizar este método por ser el más apropiado, para los problemas de la estación de servicio, con el objeto de reducir la contaminación del subsuelo originada por las fugas de hidrocarburos (gasolina), efectuando un seguimiento estrecho de la construcción para ir ajustando y modificando el programa de remediación, aplicando los elementos necesarios que permitieran conservar valores de explosividad por abajo del 10% e hidrocarburos máximos de 150 p.p.m.

### **Aireación.**

Procedimiento que consiste en la inyección de aire, por medio de un equipo con capacidad de 5 H.P., el cual estuvo operando de manera intermitente durante la noche de las 22:00 a las 06:00, en un lapso de cinco días y dos de descanso, esto durante los meses de mayo - junio de 1998, observándose una disminución en los valores de explosividad % L.E.L. y de captación de VOC's compuestos orgánicos volátiles.

Actualmente se mantiene con éxito el sistema de Biorestauración en la estación de servicio, mismo que se debe monitorear, se tienen identificadas bacterias del genero *Pseudomonas* nativas de la zona por lo que no es necesario inocular otras especies, de acuerdo al tipo de suelo existente arcillo-arenoso el factor de crecimiento y difusión de las poblaciones de bacterias a resultado satisfactorio, se adicionan una vez al mes nutrientes principalmente sulfato triple 16, en una proporción de un kilogramo por 19 litros de agua, el cual se dosifica en cada pozo de tratamiento, el mencionado proceso se debe de continuar de forma permanente.

## **Remediación ex situ.**

Este sistema permite realizar la separación de los suelos en tratamiento los cuales cuentan con geomembranas plásticas y sistemas de inyección-extracción de aire, cuenta además con un sistema de canaletas dirigidas a un pozo de decantación con tratamiento para lixiviados, constantemente se monitorea el área de trabajo determinando explosividad y la presencia de orgánicos volátiles, en la última etapa se somete el suelo de la Estación de Servicio a un tratamiento con "NUTRIENTES", basado en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y sodio cuya principal característica es la de mejorar las condiciones aerobias de las bacterias autóctonas presentes en el sitio para degradar el hidrocarburo. Cabe mencionar que en este sistema se debe analizar su comportamiento enviando muestras de suelo al laboratorio, lo cual permitirá determinar la concentración y aplicación del tratamiento más conveniente o realizar una mezcla de tecnologías In-Situ y Ex-Situ.

## **Monitoreo.**

- ❖ Con objeto de observar el desarrollo del proceso de remediación se efectuaron mediciones en diferentes periodos.
- ❖ Las mediciones realizadas muestran los valores de explosividad en los diferentes alimentadores del sistema y se observa, que prácticamente no existe contaminación.

## **RESULTADOS**

Como se mencionó en capítulos anteriores se encontraron algunas variaciones de las metas y objetivos planteadas en el inicio de los trabajos, debido a que se dejaron de considerar aspectos de suma importancia para la restauración de los mismos, que quedan como experiencia para no cometerse en trabajos posteriores, uno de los errores observados es el realizar la estimación del tiempo necesario para la restauración, el señalar fechas en un calendario de actividades presionan las actividades y se pierden otras expectativas para la restauración del suelo ya que el comportamiento del mismo varía de una zona del establecimiento a otra, las actividades se atrasan o adelantan.

La interpretación de los resultados del monitoreo manifiestan que la concentración de contaminantes principalmente hidrocarburos se disminuyó considerablemente, encontrándose actualmente dentro de los límites establecidos por la autoridad, de igual manera se sugiere seguir con una fase de mantenimiento permanente y capacitación del personal operativo de la Estación de Servicio para evitar afectaciones posteriores al suelo, subsuelo y aguas subterráneas.

## **CONCLUSIONES.**

En general, los objetivos planteados se cumplieron satisfactoriamente y se alcanzaron los límites establecidos por la autoridad competente en materia de protección ambiental.

La contaminación originada por los derrames de hidrocarburos en la Estación de Servicio se controlaron en un 85% con los trabajos realizados, el porcentaje restante se realizará de forma natural con la adición de nutrientes que permitan la proliferación de microorganismos, mismos que debido a la poca concentración de contaminantes se aclimatan de manera natural y controlan el ambiente en el suelo, subsuelo y acuífero.

## RECOMENDACIONES

Es importante hacer varias recomendaciones, con el propósito de mantener en óptimas condiciones ambientales el sitio que ocupa la Estación de Servicio, para lo cual describimos a continuación las siguientes:

- ✓ Realizar mediciones constantes de explosividad L.E.L. y de Compuestos Orgánicos Volátiles VOC's, en cada uno de los pozos de monitoreo con los que se cuente en la Estación de Servicio, en periodos de 4 a 6 semanas, esto con la finalidad de identificar la presencia de vapores de combustible.
- ✓ Llevar a cabo un mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones de la Estación de Servicio en forma permanente, para garantizar su óptimo funcionamiento y evitar en lo posible cualquier contingencia por la falta de actividades.
- ✓ Con la importante inversión que se a erogado en la Estación de Servicio, para la remodelación de las instalaciones. Instalación del Sistema de Recuperación de Vapores de Gasolina **SRV**, y la restauración del suelo, subsuelo y acuífero, es importante y necesario **Resaltar la Imagen Positiva** y los esfuerzos de los Grupos Gasolineros han realizado en sus establecimientos, para dar cumplimiento a las disposiciones que señalan las autoridades responsables de vigilar y proteger nuestro ambiente y del óptimo funcionamiento de las Estaciones de Servicio. Asimismo del servicio que se brinda a los usuarios y principalmente a la confianza que la zona habitacional y comercial del entorno a la estación debe tener en la seguridad de su operación.

# TESIS PARA OBTENER ÉL TITULO DE BIOLOGO POR EXPERIENCIA PROFESIONAL

## PORTADA

Opción de titulación.- Tesis de Actividad Profesional

Título tentativo de la Actividad Profesional a realizar:

"Participación del Biólogo en la Verificación y Evaluación de la Contaminación del Suelo por Hidrocarburos en las Estaciones de Servicio, Para el Gobierno del Distrito Federal".

Nombre del sustentante: Vicente González Díaz

Número de Cuenta **8040407-1**

Nombre del Director de Tesis: **M. en C. Rafael Chávez López**

Lugar y Fecha Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México. 15 de abril de 2002

## INTRODUCCION

Tema Central de la Actividad Principal de la Tesis.

"Participación del Biólogo en la Verificación y Evaluación de la Contaminación del Suelo por Hidrocarburos en las Estaciones de Servicio, Para el Gobierno del Distrito Federal".

Especificación en orden cronológico, tan detallado como sea necesario, la información que incluirá en la tesis.

Documentación Académica.

- ❖ Constancia de obtención del 100% de créditos en la Carrera de Biología, plan tradicional, Generación 1986-1990, de fecha 14 de enero de 1992.
- ❖ Historial Académico.
- ❖ Constancias, Diplomas de participación en cursos y/o conferencias de importancia para elevar el nivel académico.

**El nombre, ubicación y giro de la institución donde se desarrollo la Actividad profesional objeto de la tesis.**

Secretaría del medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Dirección de Política Ecológica y Dirección de Hidrología y Suelo.

Plaza de la Constitución número 1 3<sup>er</sup> piso, Colonia Centro, C.P. 06010, Delegación Cuauhtémoc.

República de Brasil número 74 2<sup>o</sup> piso, Colonia Centro, C.P. 06010, Delegación Cuauhtémoc.

Insurgentes Norte número 1099, Colonia vallejo, C.P. 07870, Delegación Gustavo A. Madero.

Giro de la institución: Gobierno del Distrito Federal Secretaría del Medio Ambiente.

### **Describir cual fue el método utilizado:**

Consistió en la observación y practica, debido a que la actividad de verificación consiste principalmente en comprobar y valorar la existencia de un problema de afectación al ambiente y/o sus recursos.

### **Describir las actividades desarrolladas en las áreas de participación y las técnicas utilizadas para evaluar las actividades de los establecimientos visitados, para determinar si operan conforme a loa establecido en las Normas, Leyes y Reglamentos.**

- ✓ Atención a denuncias populares sobre problemas ambientales, elaboración de trabajos de investigación sobre problemas de deterioro ambiental.
- ✓ Supervisor del Programa Hoy No Circula.
- ✓ Inspección Ambiental.
- ✓ Evaluación de Manifestaciones de Impacto Ambiental presentados por consultorías para proyectos de construcción en la Ciudad de México.
- ✓ Atención a denuncias y solicitudes sobre mantenimiento y deterioro de recursos forestales y elaboración de resoluciones.
- ✓ Atención a Denuncia Pública de empresas y establecimientos ubicados en el Distrito Federal.
- ✓ Evaluación y dictamen para la resolución de estudios presentados por empresas y establecimientos denominado Informe Preventivo de Impacto Ambiental.
- ✓ Verificación y seguimiento de las condiciones de emisiones contaminantes de Gases de combustión y Partículas en chimeneas, así como la emisión de Ruido y Vibraciones a la atmósfera del Distrito Federal originado por fuentes fijas.

- ✓ Verificación del funcionamiento de los equipos de combustión en Hoteles, Panaderías, Baños Públicos y Hospitales del Distrito Federal, determinación hecha con equipos ECOM-AC y SENSONIC 2000, por el método de celdas electroquímicas, conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-085-ECOL-1994**.
- ✓ Verificación y evaluación de ruido y vibraciones a establecimientos mercantiles y de servicios, mediante el uso de un Sonómetro marca BRÜEL & KJAER modelos 2226, 2230, 2232 y 2236, conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-081-ECOL-1994**.
- ✓ Muestreo y clasificación de aguas residuales y suelo, para su traslado y análisis en el laboratorio de Bacteriología y Físico-química del Gobierno del distrito federal conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-ECOL-1996** y método **EPA** (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).
- ✓ Verificación y muestreo de aguas residuales, para su traslado y análisis en el Laboratorio de Bacteriología y Físico-química del Gobierno del Distrito Federal conforme lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas **NOM-001-ECOL-1996** y **NOM-002-ECOL-1996**.
- ✓ Verificación, análisis y evaluación de la contaminación presente en suelos y aguas freáticas por hidrocarburos en Estaciones de Servicio y Autoconsumos ubicados en el Distrito Federal. Utilizando los siguientes equipos Exposímetro marca MSA modelo 2A, el cual permite realizar la determinación de explosividad en % de L.E.L., gasómetro marca SENSODINE el cual cuantifica los compuestos orgánicos volátiles COV'S en p.p.m., analizador portátil de vapores orgánicos CENTURY OVA 128 el cual funciona por el método de ionización de flama y análisis cromatográfico, equipo PETROSENCE el cual mide las partes por millón de hidrocarburos totales del petróleo (TPH), en fase vapor y en fase acuosa. Verificación del cumplimiento en la instalación del Sistema de Recuperación de Vapores, conforme lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas **NOM-092-ECOL-1995** y **NOM-093-ECOL-1995**.
- ✓ Auditor y Verificador en programas operativos a empresas y establecimientos de servicios.
- ✓ Evaluación de estudios ambientales, ingresados por consultorías en materia de emisiones a la atmósfera, ruido y vibraciones y de contaminación de suelo en Estaciones de Servicio (gasolineras), elaboración de notificación administrativa para establecimientos y/o empresas visitadas así como el dictamen para la Resolución Administrativa.

- ✓ Auditoria y análisis ambientales a las Industrias establecidas en la Ciudad de México, de acuerdo a las modificaciones realizadas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de acuerdo a la fase I del plan de contingencias ambientales establecido por la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM).

### **Por que el sustentante piensa que su actividad y Experiencia Profesional pueda ser útil a otros profesionistas.**

En este caso, voy a tocar dos puntos primordiales, lo Académico y lo laboral, por una parte el apoyo del personal docente de la ENEP y por otro lado, el enfrentar un problema real con el apoyo de una dependencia de Gobierno.

### **ACTIVIDADES ACADEMICAS**

El plan de estudios realizado en la Carrera de Biología, influyó notablemente en mi formación profesional, ya que me brindó la posibilidad de analizar y entender de manera independiente cada uno de los problemas enfrentados, permitiéndome utilizar un criterio más amplio, al desempeñar mis actividades laborales sin afectar los intereses de los establecimientos y/o empresas visitadas, las prácticas realizadas en la carrera aunadas con el manejo de las disciplinas como la Física, Química, Ecología. Geología por mencionar algunas, nos permite entender y modelar las afectaciones presentes, con el objeto de comprobar el grado real de contaminación presente en el ambiente.

Dentro de los programas de la Carrera de Biología se nos enseñó que la especie Homo sapiens, es decir, el ser humano, apareció tardíamente en la Historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades, sin embargo terminaron por afectarlo de manera considerable ocasionando desequilibrios que ahora están fuera de control.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó con la prehistoria, con el nacimiento de la revolución agrícola. La capacidad de controlar y emplear el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, la domesticación y pastoreo de animales del tipo herbívoro fuera de control llevó a la erosión de suelos. Aprendió a cultivar plantas de necesidad principal lo que a llevado a la destrucción de vegetación natural para dar lugar a campos de cultivo, asimismo la demanda de madera con fines de construcción de casas, muebles y utensilios y/o leña afectaron los bosques despoblando montes y montañas, los animales salvajes se cazaban para obtener su carne o por protección al considerarlos plagas y/o depredadores naturales de los animales domésticos. (Aparición de los Impactos Ambientales).

Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante al ir creciendo la población y mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significantes y generalizados.

El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la tierra. Fue con la Revolución Industrial cuando el hombre empezó realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

Por tal motivo al enfrentar un problema de una afectación al medio ambiente o daño ecológico, se cuenta con un principio fundamental pero, se requiere contar con planes de estudio que permitan la formación de futuros Biólogos, más especializados, generalmente se tienen proyectos de investigación Científica que rara vez se aplicarían fuera de la institución, es conveniente realizar Módulos de Investigación en la Contaminación Atmosférica, realizar inventarios de emisiones, agentes contaminantes, contaminación por ruido, métodos de medición. Conocimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Técnicas Ecológicas, así como Leyes y Reglamentos existentes en la materia.

Módulos de Investigación en la Contaminación de Aguas, cuerpos de agua, aguas residuales métodos de medición, asimismo un módulo de investigación en materia de contaminación de suelo, subsuelo y manto freático, de igual manera sería necesario implementar un módulo en materia de Derecho Ambiental ya que una materia actualmente va de la mano con la otra y en la práctica se complementan ambas, se deben desarrollar actividades que tengan contacto con los problemas ambientales de las grandes Ciudades. En materia de emisiones a la atmósfera, conocer los problemas de las emisiones contaminantes y su control de adecuándolos a los niveles máximos permisibles, realizando modelos y programas de trabajo que permitan analizar un problema y buscar una solución eficiente.

## ACTIVIDAD LABORAL

IZT.

Realice mi trabajo en el área de Verificación de la Dirección de Hidrología y Suelo, en donde se encuentra un grupo multidisciplinario de profesionistas, mismos que de acuerdo a su formación profesional evalúan de diferente manera un problema, dándole mayor o menor importancia, sin permitir homologar criterios de verificación.



Se cuenta con diferentes disciplinas profesionales al servicio de la Dirección



Dentro de este contexto la participación del biólogo en este campo pretende ser más especializada, por un lado la formación profesional nos permite observar un problema, analizarlo y evaluarlo, se profundiza y determina el grado de afectación ocasionado al ambiente o sus recursos, se tiene la capacidad de formular un reporte, que permite a otras personas entender el problema en cuestión sin la necesidad de acudir al lugar de los hechos.

Además desde la formación académica se conoce el funcionamiento y operación de equipos y materiales de laboratorio, así como equipos de medición y evaluación, sabe realizar un muestreo, identificando de inmediato el material correspondiente, asimismo su habilidad para el trabajo en campo es mayor, pues determina las causas y los efectos provocados por las emisiones contaminantes fuera de control. La exacta aplicación del Método Experimental como si fuese una doctrina para cada caso en particular, no considerando analogías en un problema.

Cuenta con un amplio vocabulario técnico y siempre ofrece una respuesta que decida las acciones a seguir, vinculando las afectaciones técnicas con una exacta aplicación del Reglamento de Verificación Administrativa, traduciendo esto en una eficiente aplicación de la Normatividad y la Legislación en Materia Ambiental.

La formación Profesional del Biólogo actualmente requiere una modificación en el plan de estudios, ya que nos encontramos en un medio que evoluciona rápidamente y se requiere una mayor dinámica para adaptarse a las necesidades actuales. El Biólogo como tal, a nivel general se sitúa en el centro de las disciplinas Científicas, Médicas y Sociales lo cual permite obtener una especialización tanto en las áreas de investigación Biomédica como en investigación del medio natural y socioeconómico de una región, asimismo es uno de las pocas profesiones que te permiten tener un criterio más amplio y utilizarlo en todo momento.

## **CONCLUSIONES:**

Concluyendo en el tema y desde mí particular punto de vista la Carrera de Biología debería abordar temas específicos que permitan a los egresados iniciar rápidamente un óptimo desempeño, sobre todo en los que encuentran acomodo en dependencias de Gobierno, ya que existen convenios de trabajo con la Universidad Nacional Autónoma de México, la preparación técnica en el actual plan de estudios dista mucho de la práctica en el desempeño de una función.

La inserción de temas como el Derecho Mexicano y las Leyes de la Materia, convendrían tanto como a los abogados les a convenido conocer temas de situaciones ambientales para la aplicación o la defensa de la Ley.

- ✓ **La Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**
- ✓ **Las Leyes Locales y Federales**
- ✓ **Las Normas Oficiales mexicanas**
- ✓ **Las Normas Técnicas Ecológicas**

Asimismo, contar con materias optativas que capaciten al alumno en el manejo de las Aguas tanto de consumo como las aguas residuales, considerando su análisis y métodos de control. Conociendo los límites máximos permitidos por las autoridades. De igual forma el control de las emisiones a la atmósfera conociendo la calidad del aire y el ruido, considerando su análisis y métodos de control. Conociendo los límites máximos permitidos por las autoridades, así como el control de suelo, subsuelo y manto freático.

Actualmente, es de vital importancia lo concerniente al manejo de los Residuos Peligrosos, de acuerdo a su origen, estado físico y características que convierten un residuo en un residuo peligroso, y su vinculación con las Leyes, Normas y Reglamentos en la materia.

Sin duda y de acuerdo a la experiencia particular, estos cambios permitirían que las nuevas generaciones de Biólogos salieran mejor preparados y realizar un mejor desempeño en su vida Profesional.

## BIBLIOGRAFIA

Aguilera, H.N. 1989. Tratado de Edafología de México. Tomo I Facultad de Ciencias, UNAM, México, 222 p.

Borden Robert C. Intrinsic Biodegradation of MTBE in gasoline contaminated aquifer. Water resources research, vol33 No. 5 may 1997

Comisión Federal de Electricidad. Estudios Geofísicos en el Valle de México 1998.

Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental INE. Proyecto de Norma para el diseño, Construcción, Operación, Seguridad y Mantenimiento de Estaciones de Servicio. Rev. ONEXCO año IX número 10, 1996

County of San Diego Department of Environmental Health. Site assessment & mitigation guideline Development. 1996 SAM Manual

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. Hidrología subterránea en el Valle de México. 1992 Rev. Ingeniería Hidráulica en México.

Edward E. Jhonson, INC. El Agua Subterránea y los pozos. Primera edición 1975.

Environmental Protection Agency (EPA). Analysis of selected enhancements for soil vapor extraction. EPA 1997

Jeremiah D Jackson. Remediation Technology: Advanced Theory and Desing. September. 1993

Juárez Badillo y Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos. Fundamentos de la Mecánica de Suelos 1975 tomo I tercera Edición.

Juárez Badillo y Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos 1975 tomo II cuarta Edición.

PEMEX. Procedimiento de manejo y retiro de residuos peligrosos y limpieza ecológica certificada en Estaciones de Servicio. Agosto 1997

Saval Susana. Bioremediación: alternativa para la limpieza de suelos y acuíferos contaminados con hidrocarburos. Rev. Teorema, febrero de 1998

## HEMEROGRAFÍA

**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.**

Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de diciembre de 1996.

Entró en vigor el 06-01-97.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.**

Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de abril de 1998.

Entró en vigor el 03-06-98.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.**

Publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1994

Entró en vigor el 13-01-95

**NORMA Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica - Fuentes fijas - Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.**

Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de noviembre de 1993.

Entró en vigor el 02-12-94

**NORMA Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995, Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.**

publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de agosto de 1995.

Entró en vigor el 06-09-95

**NORMA Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.**

El Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, la aprobó en sesión celebrada el día 12 de junio de 1995. Entró en vigor 06-09-95

CETENAL. (1977) Carta edafológica, 1:50,000 Ciudad de México. E-14-A-39  
Centro de Estudios del Territorio Nacional México.

Diario Oficial, 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.  
Diario Oficial de la Federación, 28 de Enero de 1988, México.

Diario Oficial, 1996. DECRETO que reforma, adiciona y deroga diversas  
disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al  
Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 13 de Diciembre de 1996, México.

Diario Oficial, 2000. Ley Ambiental del Distrito Federal. Diario Oficial de la  
Federación 13 de enero de 2000.

## **GLOSARIO**

### **Valle de México.**

Es el área integrada por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y los siguientes 37 municipios del Estado de México: Acolman, Amecameca, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco, de Covarrubias, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Otumba, Ozumba, Tecámac, Teoloyucan, Tepetzotlán, Texcoco, Tezoyuca, Tlalmanalco, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad, Villa del Carbón y Zumpango.

### **Descarga**

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

### **Aguas pluviales**

Aquellas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.

### **Aguas residuales**

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

### **Carga contaminante**

Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

### **Condiciones particulares de descarga**

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

### **Límite máximo permisible**

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

### **Muestra simple**

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

### **Muestra compuesta**

La que resulta de mezclar el número de muestras simples. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

### **Parámetro**

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

### **Promedio diario (P.D.)**

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso del parámetro grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta. Las unidades de pH no deberán estar fuera del rango permisible, en ninguna de las muestras simples.

### **Promedio mensual (P.M.)**

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas (Promedio diario).

### **Uso público urbano**

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

### **Fuente fija**

Es toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

### **Eficiencia en sitio.**

Es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores 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.

### **Eficiencia de laboratorio.**

Es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores de gasolina debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. Se evalúa estando el sistema instalado en un laboratorio de prueba por el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, citada en el punto 2 de Referencias de la presente Norma Oficial Mexicana.

### **Especificaciones técnicas.**

Son las especificaciones generales vigentes para proyecto y construcción de estaciones de servicio elaboradas por el organismo público descentralizado Petróleos Mexicanos (PEMEX-Refinación).

### **Estación de autoconsumo.**

Es el establecimiento 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.

### **Estación de servicio.**

Es 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.

### **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 toma del tanque de almacenamiento de combustible del vehículo automotor.

### **Tanque de almacenamiento.**

Es el recipiente de cuerpo cilíndrico destinado a almacenar combustibles, constituido por dos contenedores concéntricos, con espacio anular entre ambos.

### **Pruebas de hermeticidad.**

Son los métodos utilizados para comprobar la inexistencia de fugas de hidrocarburos en las estaciones de autoconsumo y estaciones de servicio.

### **Sistema de Recuperación de Vapores. SRV**

Es un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y controlar la emisión de los vapores de gasolina producidos en las operaciones de transferencia de este combustible en las estaciones de servicio y estaciones de autoconsumo, 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 divide en dos fases denominadas Fase I y Fase II.

#### **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 gasolina del autotanque al tanque de almacenamiento de combustible de la estación de servicio o de autoconsumo. Los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque.

#### **Sistema de recuperación de vapores Fase II.**

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de vapores 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.

**Tasa volumétrica vapor / líquido.**

Es la relación entre el volumen de vapores recuperados y el volumen de combustible cargado al tanque del automotor multiplicado por 100, medida junto a la pistola de despacho durante el llenado del tanque del vehículo.

**Unidad de procesamiento de vapores excedentes.**

Es un componente de algunos sistemas de recuperación de vapores que evita la emisión a la atmósfera de los vapores recuperados por el mismo, que exceden la capacidad de almacenamiento del tanque.

**Adsorbedor de medición.**

Dispositivo utilizado para adsorber vapores de gasolina emitidos durante el llenado del tanque de un vehículo automotor.

**Adsorbedor de comparación.**

Dispositivo utilizado para adsorber vapores de hidrocarburos presentes en el ambiente.

**Capturador de vapores.**

El dispositivo diseñado especialmente para efectuar la captura de vapores de gasolina durante el despacho de gasolina al vehículo.

**Emisiones básicas.**

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 o de autoconsumo cuente con sistema de recuperación de vapores.

**Emisiones 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 o de autoconsumo.

**Permeabilidad del Suelo.**

La capacidad que tiene el suelo para retener una determinada cantidad de agua en un límite de tiempo.

**Infiltración del Suelo.**

La capacidad de dren que tiene un suelo para asimilar una determinada cantidad de aguas.

**Conductividad Hidráulica.**

Movimiento de un líquido en un suelo de forma horizontal y vertical.

**Monitoreo de NAF.**

Determinación del nivel de aguas freáticas en un suelo.