

**SEMARNAT**

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**ASEA**

AGENCIA DE SEGURIDAD,  
ENERGÍA Y AMBIENTE

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y  
de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos  
Unidad de Gestión Industrial  
Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento  
Oficio ASEA/UGI/DGGTA/0518/2016  
Ciudad de México, a 31 de mayo de 2016

**ING. DAMIÁN GARCÍA MORALES**  
**GERENTE DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**  
**SUBDIRECCIÓN DE AUDITORÍA EN SEGURIDAD**  
**INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL**  
**PEMEX REFINACIÓN**

CALLE HAMBURGO NO. 135, C.P. 06600  
COL. JUAREZ, DEL. CUAUHTÉMOC  
CIUDAD DE MÉXICO  
Tel. 01 (55) 1944 8306  
damian.garcia@pemex.com

**PRESENTE**

**ASUNTO:** APROBACIÓN DE PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

Con referencia a su escrito **No. PXR-SASIPA-GPA-1089-2015** y anexos con fecha de 10 de Diciembre del 2015, recibido el 07 de Enero de 2016 en la Oficialía de Partes, en lo sucesivo **OP**, de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector de Hidrocarburos, en lo sucesivo **AGENCIA**, por medio del cual el Ing. Damián García Morales en su carácter de representante legal de **PEMEX-REFINACIÓN** en lo sucesivo el **REGULADO**, ingresó la Propuesta de Remediación Modalidad A. Emergencia Ambiental (SEMARNAT-07-035-A) del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, mismo que fue turnado a la Dirección

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

**General de Gestión de Transporte y Almacenamiento**, de la Unidad de Gestión Industrial, para su consiguiente tramitación.

### CONSIDERANDO

- I. Que esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** de la **AGENCIA** es competente para evaluar los programas y propuestas de remediación de sitios contaminados del sector hidrocarburos y, en su caso, aprobarlas, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 4º fracción XVIII y 28 fracción VII del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
- II. Que las actividades que realiza el **REGULADO** son parte del sector hidrocarburos, por lo que es competencia de esta **AGENCIA** conocer del trámite, ello de conformidad con lo señalado en el artículo 3º fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
- III. Que el día 07 de Enero de 2016, se recibió en la **OP** el escrito **No. PXR-SASIPA-GPA-1071-2015** y sus anexos, registrado con Número de Bitácora **09/J1A0054/01/16**, mediante el cual el **REGULADO** ingresa la Propuesta de Remediación Modalidad A. Emergencia Ambiental (SEMARNAT-07-035-A), del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, en el que se derramó un volumen aproximado de 2,500 litros de producto Px-Magna detectada el 21 de agosto de 2013, impactando un área de **579.799 m<sup>2</sup>** y un volumen de **1,673.33 m<sup>3</sup>**.
- IV. Que el **REGULADO** manifiesta que el responsable de la Caracterización del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, es la Universidad Autónoma de Nuevo León, del derrame de 2,500 litros de Px-Magna, que impactaron un área aproximada de **976.173 m<sup>2</sup>** de suelo y un volumen de suelo contaminado de aproximadamente **1, 673.33 m<sup>3</sup>**, ubicado en las coordenadas UTM NAD27 X: 230, 013.7434 Y: 2, 766, 906.9641.

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

- V. Que el **REGULADO** manifiesta que en el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, no existen cuerpos de agua cercanos en el sitio del derrame, por lo que no fue necesario dar aviso a la autoridad del agua (CONAGUA), que se censó un pozo a 3.38 km de distancia del área de estudio, siendo el uso del agua público urbano, que el contaminante llegó al menos hasta una profundidad de 6.00 m, que se definieron dos unidades estratigráficas (0.0-3.6 m existen materiales no consolidados de textura arenosa localmente pueden ser cal, este a su vez contiene areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas, 3.0-6.0 m arenas finas con coloración café oscuro, conglomerado, arcosa y tobácea de tipo lítico y arenoso, con afloramiento de derrames volcánicos y piroclásticos de composición andesítica), que el uso de suelo es agrícola, que presenta un clima seco muy cálido, que la temperatura media anual es de 24°C a 24.5 °C; precipitación anual de 450 a 500 mm y régimen de lluvias en verano.
- VI. Que el **REGULADO** manifiesta que el muestreo de suelo del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, fue realizado el 11 de noviembre de 2014 por la Universidad de Autónoma de Nuevo León en colaboración de Laboratorios ABC, Química, Investigación y Análisis de S.A. de C.V., donde indica que se determinaron 6 puntos de muestro a los cuales se le realizaron tomas de muestras a diferentes profundidades (1.2 m, 2.4 m, 3.6 m, 4.8 m y 6.0 m ) dando un total de 27 muestras (incluye 3 duplicados), determinando HFL y BTEX, así mismo se tomaron 6 muestras para determinar pH, humedad, pseudomonas, materia orgánica, densidad, textura y granulometría y capacidad de intercambio iónico.
- VII. Que el **REGULADO** presenta en el Estudio de Caracterización del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, anexo I Planos; el plano, B-002 georreferenciado en coordenadas UTM NAD27, donde se identifica la ubicación de los puntos de muestreo, los resultados del muestreo, los vértices del área de estudio; el plano, B-003 georreferenciado en coordenadas

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

UTM NAD27, de isoconcentraciones y plano B-004 con las zonas afectadas por estrato y las secciones transversales que presentan la volumetría del sitio.

**NOMBRE DE  
LA PERSONA  
FÍSICA, ART.  
116 PÁRRAFO  
PRIMERO DE  
LA LGTAIP Y  
113  
FRACCIÓN I  
DE LA LFTAIP**

- VIII. Que el **REGULADO** manifiesta que Laboratorios ABC Química, Investigación y Análisis, S.A. de C.V., realizó los análisis de las muestras colectadas en el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, del cual se presenta la Acreditación No. R-0091-009/11, otorgada por la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA), con vigencia a partir del 27 de marzo de 2014, dicha Acreditación incluye al C. [REDACTED], como encargado de llevar a cabo la toma de muestras, así como todos los métodos analíticos que fueron utilizados y la Aprobación No. PFFA-APR-LP-RS-002MS/2014 del 23 de junio de 2014 otorgada por la PROFEPA, con vigencia de cuatro años, que incluye la actividad de muestreo en suelos contaminados con hidrocarburos y al C. [REDACTED], encargado de llevar a cabo la toma de muestras. De igual forma, presenta la Aprobación No. PFFA-APR-LP-RS-002A/2014 del 11 de junio de 2014, con vigencia de cuatro años, que incluye los métodos analíticos que fueron utilizados para la determinación de HFL y BTEX.
- IX. Que el **REGULADO** manifiesta que, utilizará la técnica de **Bioventeo/Extracción de vapores** en el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, en la que se aplicará un vacío al suelo, se introducirá un flujo controlado y continuo de aire, y remover así contaminantes volátiles y semivolátiles; la extracción como tecnología principal dentro de un tren de tratamientos se aplicará inicialmente la EVS, seguida de la bioestimulación y/o bioventeo para terminar de degradar los compuestos aceitosos que quedaron en el suelo después de la EVS; el suelo a tratar será suelo contaminado con Px-Magna, se analizará Hidrocarburos Fracción Ligera (HFL) y BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos), los niveles de limpieza y los métodos analíticos a utilizar son los límites máximos permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en suelos, establecidos en las tablas 2 y 3 de la NOM-138SEMARNAT/SSA1-2012, para el contaminante gasolina, con un uso de suelo agrícola/forestal.
- X. Que el **REGULADO** manifiesta que aun **NO** se determina el Responsable Técnico de la Remediación del sitio **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del**

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

**poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, debido a que una vez aprobado el programa de remediación, se llevará a cabo un proceso concursal para la asignación de los trabajos por lo tanto no presenta la información necesaria para que la remediación la lleve a cabo una Institución de educación superior u otra persona con experiencia en la materia, ya que no presenta:

- los parámetros de control del equipo a emplear
- el listado de insumos de la técnica o proceso de remediación
- hojas de seguridad de insumos
- constancia de laboratorio, fabricante, o formulador sobre la no patogenicidad de microorganismos, en caso de emplearse.
- documentos que acrediten la personalidad y experiencia del responsable técnico de la remediación
- póliza de seguro

XI. Que el **REGULADO** manifiesta la descripción de la técnica de remediación que se realizará para el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, Extracción de Vapores /Bioventeo:

*En función a los resultados del estudio de caracterización y el balance de masa, se tiene que los contaminantes son la Fracción Ligera, por lo que se propone emplear la tecnología usualmente autorizada para el tratamiento de suelos In-Situ: Extracción de Vapores/Bioventeo (EV/BV).*

*Se privilegia los métodos de biorremediación sobre los métodos de tratamiento químico y térmicos, ya que estos últimos causan un impacto sobre la vida en los suelos, disminuyendo (a veces a cero), el número y la biodiversidad de individuos, que después habrá que restaurar (LGEEPA Art. 3 fracción XXXIII).*

*A continuación se describe el método propuesto para la remediación del área impactada por hidrocarburos.*

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utilizó el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

## EXTRACCIÓN DE VAPORES/BIOVENTEO (EV/BV).

### Extracción de Vapor del Suelo (EV).

La EV, también conocida como ventilación del suelo, vaporización y volatilización, es una tecnología en la que se aplica un vacío al suelo, para inducir un flujo controlado y continuo de aire, y remover así contaminantes volátiles y semivolátiles del suelo.

La efectividad del sistema de EV depende los contaminantes y de la permeabilidad y homogeneidad del suelo.

Esta tecnología ha demostrado su eficacia en la reducción de las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y algunos compuestos orgánicos semi-volátiles (SVOCs) que se encuentran mezclados, sin embargo, es más recomendable su aplicación para compuestos volátiles tales como la gasolina.

El diésel, los aceites lubricantes y las kerosinas, que son menos volátiles que la gasolina, no son fácilmente eliminados por este método. Dado que casi todos los compuestos derivados del petróleo son biodegradables, estos pueden ser tratados por bioventeo. La inyección de aire caliente también se puede utilizar para aumentar la volatilidad de estos compuestos más pesados, porque la presión de vapor generalmente aumenta con la temperatura. Sin embargo, las necesidades de energía para la mejora de la volatilidad sería ser tan elevada que se convertiría en una actividad económicamente inviable.

La EVS, funcionara como la tecnología principal dentro de un tren de tecnologías, se aplica inicialmente la EVS, seguida de bioestimulación y/o bioventeo para terminar de degradar los compuestos aceitosos que quedaron en el suelo después de la EVS.

Después de conocer el material contaminante y sus concentraciones, para completar la evaluación inicial detallada, necesitara la información específica del suelo, sus composición, características físicas y químicas del mismo, características hidrológicas y geológicas del sitio, y compararlas con los rangos donde el EVS es eficaz, al mismo tiempo se deben conocer la topografía, climatología y aspectos socioeconómicos del sitio en estudio, todo esto para conocer si el lugar contaminado es susceptible de ser tratado con esta tecnología.

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

La inyección de vapor mediante pozos y su extracción, lograra la desorción de contaminantes del suelo contaminado, los cuales son arrastrados por el vapor, recuperados y tratados, lo que reduce la concentración de los constituyentes volátiles de derivados del petróleo, adsorbidos en el suelo en la zona insaturada, esta es una tecnología de remediación "in situ".

En esta tecnología, un sistema de extracción (extracción por vacío) se aplicara a la matriz del suelo, para crear un gradiente de presión negativo, el cual causa movimiento de vapores hacia los pozos de extracción. Los constituyentes volátiles (COV's) son removidos del subsuelo a través de los pozos de extracción, permaneciendo en el suelo la fase aceitosa de los hidrocarburos que serán biodegradados posteriormente mediante bioestimulación. Los vapores extraídos serán tratados (filtros de carbón activado o el uso de un horno de oxidación catalítica) y descargados a la atmósfera o pueden ser reinyectados al subsuelo (Si cumplen con la normatividad). Para la eliminación de vapores orgánicos de una corriente de aire, es ampliamente utilizado el carbón activado como medio adsorbente, sin embargo, para dependiendo del volumen de hidrocarburos a extraer del suelo contaminado. Después de la etapa de EVS se procede con la segunda etapa de remediación que es el bioventeo.

#### BIOVENTEO (BV).

Es una tecnología de restauración "in situ" (en sitio) que mediante la adición de aire (oxígeno) y nutrientes, estimula la actividad de los microorganismos nativos para biodegradar los compuestos orgánicos adsorbidos en el suelo en la zona no saturada.

En el bioventeo, la actividad de las bacterias nativas se mejorara al inducir un flujo de aire (oxígeno) en la zona no saturada, empleando pozos de inyección y/o extracción, y adicionando nutrientes (bioestimulación), como se había mencionado así que la utilización de esta tecnología es en realidad la utilización de un tren de tecnologías, específicamente el bioventeo como tecnología dominante y la bioestimulación como tecnología secundaria.

En este método se deberá cuidar que el bioventeo promueva la biodegradación y minimice la volatilización, esto se logra usando flujos de aire pequeños, aunque no se eliminara totalmente la volatilización. Cuando usen los pozos de extracción, el proceso será similar al de Extracción de Vapor del Suelo (EVS). Sin embargo,

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

mientras el EVS removerá los constituyentes primeramente a través de la volatilización, el bioventeo promoverá la biodegradación de los constituyentes y minimizará la volatilización, generalmente usando flujos de aire más pequeños que en el EVS, como se había mencionado anteriormente.

Para dar inicio a la práctica de este método, las pruebas de laboratorio (de muestras desuelo) deben indicar que al someter al suelo a las condiciones deseables de C-N-P y humedad, la población de bacterias heterótrofas aumenta considerablemente, así como la asociación con hongos y otros microorganismos (biodiversidad de las cadenas tróficas), al igual que su capacidad para biodegradar los hidrocarburos (medida del bióxido de carbono en la prueba de laboratorio).

Las colonias de microorganismos nativos tienen más posibilidad de desarrollo que las colonias introducidas ya que éstas últimas requieren un largo periodo de adaptación al hábitat del sitio, además, introducir especies exóticas puede contaminar el hábitat.

Por otro lado, es importante destacar, que de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA (Art. 134 fracción V), para recuperar o restablecer sus condiciones, la fertilidad del suelo para propiciar los procesos naturales (Art. 3 fracción XXXIII), es básica. De esta forma no solo se destruye el contaminante, sino que se restaura completamente el suelo de acuerdo con la misma Ley.

En el caso, se identificaran y trataran los volúmenes de suelo contaminado, con valores arriba de la norma de referencia NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, como resultado del estudio de caracterización realizado del área afectada km 14+500 del Poliducto de 10"Ø, Topolobampo-Guamúchil-Culiacán, Sector Ductos Topolobampo, perteneciente al municipio de Ahome, Sinaloa.

En este tipo de proceso tanto para la extracción de vapores como para el bioventeo, se requiere la construcción de pozos que faciliten la salida de los volátiles presentes en el subsuelo a través de tubería ranurada, un sistema combinado de inyección de aire comprimido y extracción con bombas de vacío, el cual es un proceso que restaura de manera muy eficiente una contaminación con volátiles.

Para este tren de tecnologías se utilizaran los mismos pozos para la extracción de vapores



y el bioventeo, por lo que serán pozos de extracción/inyección, estos tendrán las siguientes

características, así como los materiales a utilizar:

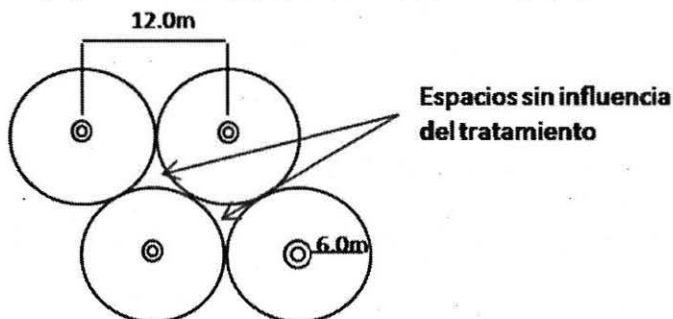
#### DETERMINACIÓN DE DENSIDAD DE POZOS DE EXTRACCIÓN/INYECCIÓN.

Lagreaga 1996, establece que dependiendo de las condiciones del suelo, los radios efectivos de los pozos de extracción e inyección varían desde los 6 m y que representa una superficie de 113.04 m<sup>2</sup> hasta mayores de 45 m que afecta a una superficie de 6,358.50 m<sup>2</sup>.

También se ha demostrado que los sistemas EVS pueden tener una profundidad de 6 m en suelos con una permeabilidad media o conductividad hidráulica de 10 -4 cm/seg.

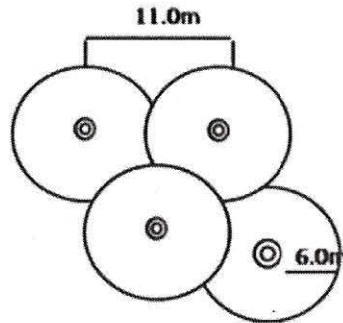
Para calcular el área de influencia de cada pozo tenemos lo siguiente:

CASO 1.- si consideramos que cada pozo tiene un radio de acción de 3.0m, podríamos ubicar los pozos de forma equidistante a una distancia de 6.00m entre pozo y pozo. Sin embargo con esta configuración se correría el riesgo de dejar áreas sin la influencia del tratamiento.



**Figura 32.- Configuración de pozos a 12.00 m de equidistancia.**

CASO 2.- con el objetivo de cubrir los 6,358.50 m<sup>2</sup> es necesario reducir la distancia entre los pozos y evitar los espacios "vacíos" que se forman, ya que la superficie de acción se mantiene a 113.04 m<sup>2</sup>.



**Figura 33.- Configuración de pozos a 11.00 m de equidistancia.**

Se considera un radio de acción de 3.0 m, lo que representa una superficie de acción de 28.26 m<sup>2</sup> por pozo. Cada pozo se distribuirá de forma equidistante a una distancia de 5.30 m.

La configuración de los pozos de extracción de vapores y el cálculo del número de pozos es el siguiente:

**Distancia entre Pozos=7.00 m**

**Radio del pozo= 4.0m**

**Área = $\pi.r^2$**

**Área = 50.264 m<sup>2</sup>**

**Superficie afectada = 976.173 m<sup>2</sup>**

**No. de pozos = 579.799 m<sup>2</sup>/50.264 m<sup>2</sup> = 11.53 pozos  $\approx$  14.00 pozos**

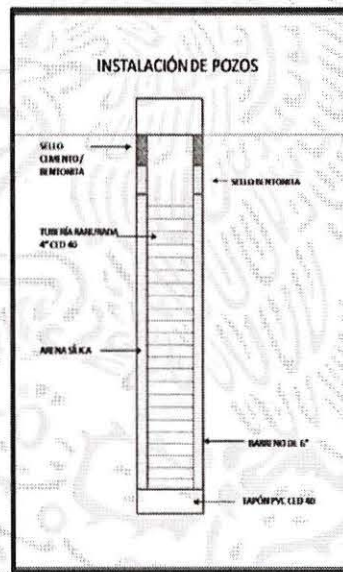
Una vez realizada la distribución de los pozos en el plano del polígono de contaminación se ubicarán físicamente con banderolas y se georeferenciarán con estación total y GPS.

La ubicación de los pozos podrá cambiar de acuerdo a las condiciones que existan al momento de ubicarlos. Una vez ubicados cada uno de los pozos se continuará con las actividades de perforación.

La perforación vertical se realizará con equipo rotatorio utilizando barrenas helicoidales de 6" de diámetro con la finalidad de obtener recortes de perforación lo más seco posible para facilitar su manejo.

Considerando que el recorte de perforación proviene de un suelo contaminado con hidrocarburo, se tratará mediante el método de biorremediación en celda, tal como lo establece la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El ademado de los pozos se realizará instalando tubería de PVC de 6" de diámetro cédula 40 ranurada de fábrica, empacado del espacio anular inferior (zona vadosa) con gravilla el superior con arena sílica malla 40, sellando del extremo inferior del pozo con tapón de PVC y sellando el espacio anular superior con bentonita y cemento gris para evitar fugas de presión o vacío.



**Figura 34- Diagrama de ademe de pozos.**

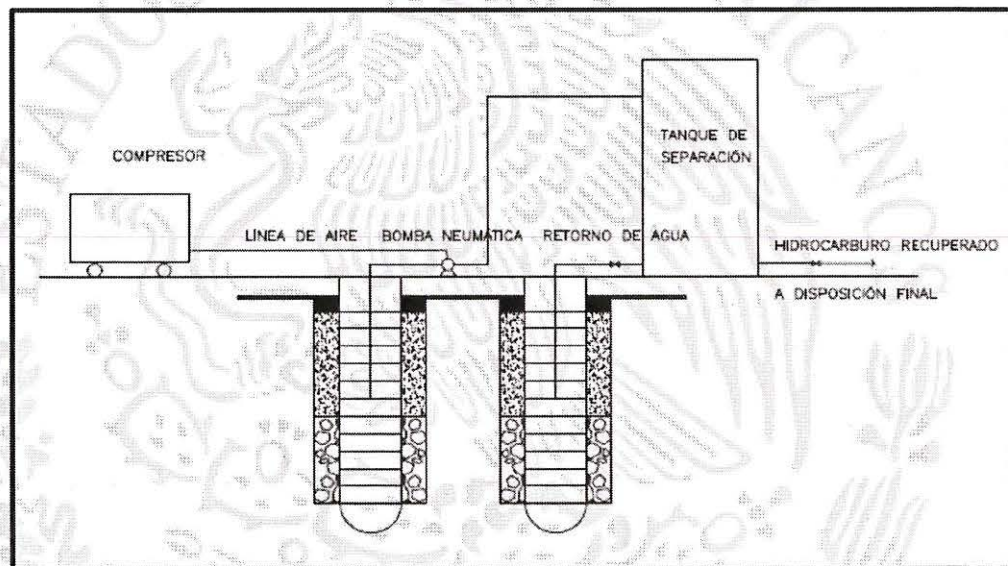
Antes de iniciar con las etapas de remediación del área afectada verificara en los pozos de extracción/inyección, de que no exista presencia de producto en fase libre, si llegara a existir se realizara

Una vez que se termina el ademe de cada pozo, se procede a la verificación de presencia de hidrocarburo en fase líquida en su interior por medio de un medidor

electrónico de interfase, en caso de que sea positiva la detección se procede a su recuperación por medio de succión con bomba neumática de doble diafragma para ser depositado en un tanque de separación (tanque de polipropileno de alta densidad de 2,500 lt de capacidad).

La mezcla agua-hidrocarburo recuperada se deja en reposo un tiempo mínimo necesario para lograr separar las fases el cuál es de 12 hrs.

Finalizando el tiempo mínimo de reposo se drena el agua regresándose al manto freático, la fase orgánica (hidrocarburo) se trasiega a un tanque de almacenamiento temporal del cual se envía a refinería para su procesamiento o a disposición final, como lo indique la residencia de obra.



**Figura 35.- Diagrama de recuperación de hidrocarburos en fase libre.**

La Remediación del área afectada se aplicará en tres módulos de tratamiento. En cada uno de los módulos se instalará un sistema de extracción de vapores completo, el sistema de bioventeo y el control de las emisiones a la atmósfera mediante filtros de carbón activado.

Los pozos perforados y ademados tendrán doble función; extracción e inyección, es decir, todos los pozos tendrán la posibilidad de servir para inyectar aire y para aplicar vacío. La doble función se realizara por medio de la instalación de cabezales

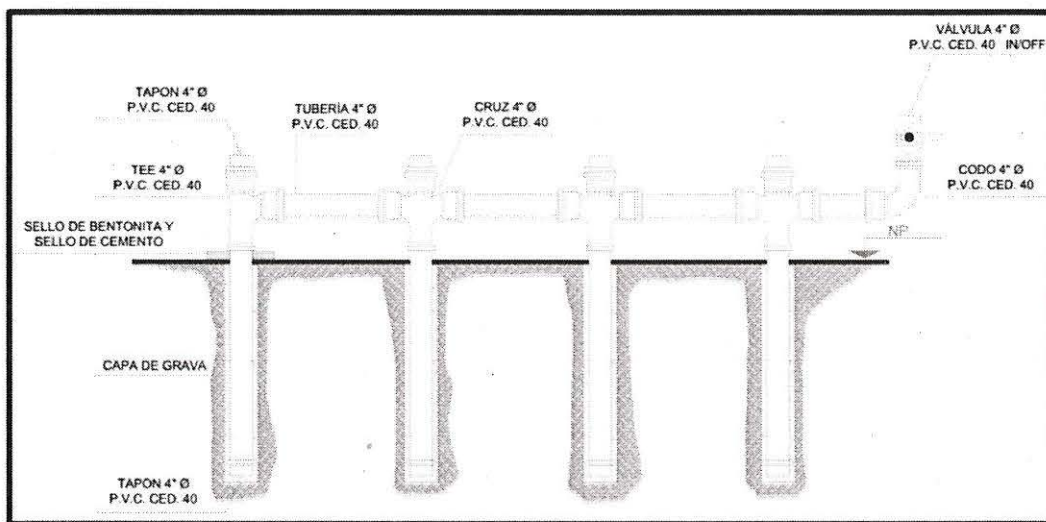
Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

de interconexión los cuales por medio de válvulas serán conectados al sistema de vacío o al sistema de aire comprimido según sea necesario.

Una vez instalados los pozos de tratamiento, se instalarán los cabezales de interconexión intercalados, es decir, una fila de pozos se conectara a un cabezal y la fila adyacente a otro cabezal, de esta manera se podrá aplicar el tratamiento de inyección en un cabezal y el sistema de extracción en el otro, teniendo siempre la opción de invertir el tratamiento cuando sea necesario.



**Figura 36- diagrama de interconexión de pozos de extracción/inyección.**

La instalación de ramales de interconexión con tubería de PVC lisa (Cabezal para inyección de aire para aplicación de vacío), consistirá en interconectar los pozos instalados con tubería y accesorios (coples, codos, tees, etc.) de PVC cedula 40, acoplado una válvula de bola de PVC al inicio y al final de cada línea de pozos para controlar el proceso de acuerdo al tratamiento que se vaya a aplicar, ya sea inyección de aire comprimido seco o aplicación de vacío.

En la primera etapa de remediación aplicando la EVS, se aplicara el suministro de aire comprimido para mejorar el desprendimiento del hidrocarburo de las partículas de suelo.

De la información obtenida en campo y de los análisis fisicoquímicos practicados a las muestras encontramos que la composición predominante del suelo y subsuelo del área a restaurar, el mayor porcentaje es de arenas y arcillas con una conductividad hidráulica de alrededor de un 70-30%, es decir, se trata de un sistema abierto.

Esto significa que la técnica de extracción de vapores con aplicación de un sistema de vacío será suficiente para remover las partículas de hidrocarburo alojadas dentro del subsuelo.

La aplicación de aire comprimido limpio (libre de grasas y aceites) que ayudara a incrementar el movimiento de gases dentro de los espacios intersticiales del suelo.

El aire comprimido será suministrado a los pozos que se encuentran en el perímetro del área a tratar para inducir el flujo de gases hacia la zona donde se provocará el vacío mediante el sistema instalado.

En un extremo del cabezal de interconexión que alimenta los pozos instalados en la periferia del área a restaurar, se conecta el suministro de aire comprimido seco y libre de grasas y aceites desde un compresor de aire de 270 CFM (pie<sup>3</sup> por minuto) controlando la presión a un máximo de 12 psi (libra por pulgada<sup>2</sup>), mediante el control automático del compresor, en ésta línea de suministro se instala también un manómetro para poder monitorear la presión de aire.

Aplicación de vacío para la extracción de los vapores orgánicos del subsuelo sera mediante un sistema de vacío que inducir la volatilización de las moléculas de hidrocarburo, deberá de integrarse con sistema doble fase con motor de 40 hp, 500 ACFM de capacidad, 15 a 28" Hg de vacío, bomba de sello líquido, control automático de humedad de vacío, completamente automatizado.

Antes de esta descarga, el sistema contara con un sistema de tratamiento para Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), que se compone de un filtro de carbón activado, ya que este es muy efectivo, manejable y de bajo costo.

Este filtro al llegar a su punto de saturación, será lavado con ácido sulfúrico para su neutralización.

El residuo resultante de esta operación es ceniza de carbón ya que el material queda completamente mineralizado y además es totalmente inocuo.

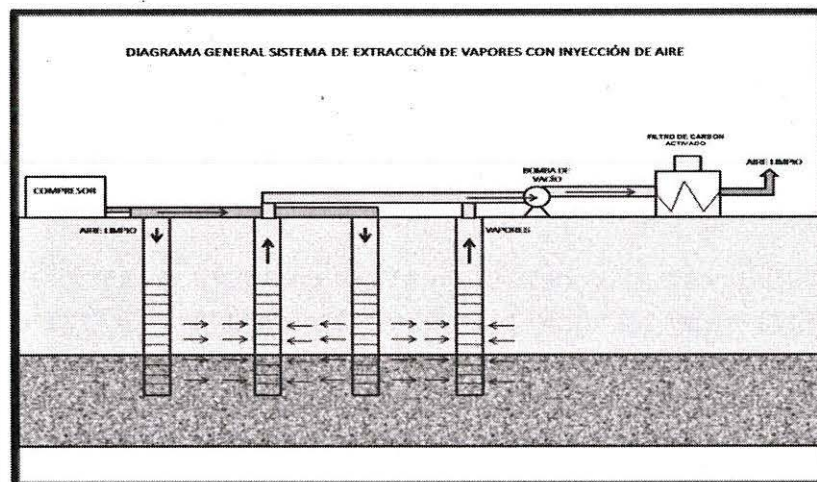
Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Los parámetros que típicamente se monitorean en un sistema de EVS, son:

- Presión (Bombas). Flujo (Aire/Vapor).
- Concentración de COV's, masa removida de contaminante.
- Temperatura.
- Monitoreo mediante muestreo de contaminantes remanentes en el suelo (porción aceitosa y COV's).
- Monitoreo de actividad microbiana en caso de que permanezca en el suelo una porción aceitosa que supere la norma.



**Figura 36- Diagrama general sistema de extracción de vapores con inyección de aire.**

Durante el proceso de remediación se llevara a cabo un control de muestreo semanal para verificar la disminución paulatina del nivel de hidrocarburos, esto mediante un analizador de muestreo portátil Petroflag. Asimismo, se determinará la relación carbono orgánico, nitrógeno y fósforo (100:10:1), manteniendo la

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

humedad en el nivel ideal de acuerdo con el criterio agronómico de fertilidad de suelo.

El control del proceso del sistema combinado de extracción-inyección tiene como objetivo verificar que la extracción de compuestos orgánicos semi-volátiles y volátiles, se lleve a cabo, para esto el sistema tiene instalado en la línea de salida del equipo de vacío un puerto para la toma de muestras de la corriente de aire (puerto de muestreo de gases), en este puerto se acopla un analizador de compuestos orgánicos volátiles (VOC detector).

Desde que se inicia la aplicación del tratamiento se toman lecturas con este equipo periódicamente (3 veces al día), estas lecturas se van graficando para observar el comportamiento de la disminución en la concentración de COV's, una vez que los valores de concentración disminuyen hasta un 10% (o menos) de la concentración inicial y se mantienen (o disminuyen) cuando menos por un espacio de 72 horas (2 lecturas por día), se procede al paro del sistema de tratamiento, este paro es aprovechado para darle mantenimiento preventivo a todo el equipo. Posteriormente se cierran y abren las válvulas respectivas de los cabezales de interconexión para invertir la aplicación del tratamiento, es decir, aplicar la extracción a los pozos que eran de inyección y viceversa.

Se repite el procedimiento descrito anteriormente para la operación y control de proceso hasta llegar al mismo nivel de concentraciones de COV's a la salida del equipo de vacío. En caso de que desde el inicio de la aplicación del tratamiento inverso y durante 3 días seguidos las concentraciones de COV's, sean las mismas o inferiores a las que se alcanzaron en la primera etapa, se suspende esta etapa y se procede con el tratamiento de biorremediación in situ.

El Tratamiento de Biorremediación In Situ (Bioventeo (BV)) se inicia con la preparación de una mezcla nutritiva en solución acuosa compuesta de agua potable no clorada, biocatalizador y nutrientes al 10% en peso. Esta solución se aplica directamente a los pozos de inyección hasta su saturación.

Por último, si necesitamos adicionar nutrientes a nuestro método de bioventeo, se construirá un sistema similar al de inyección (descrito anteriormente) e independiente, en el cual, contaremos con un recipiente que contendrá la solución nutritiva, que será llevada por medio de una bomba hacia la parte superior del área

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional



*contaminada, para que por gravedad esta vaya actuando a través de toda la pluma de contaminación.*

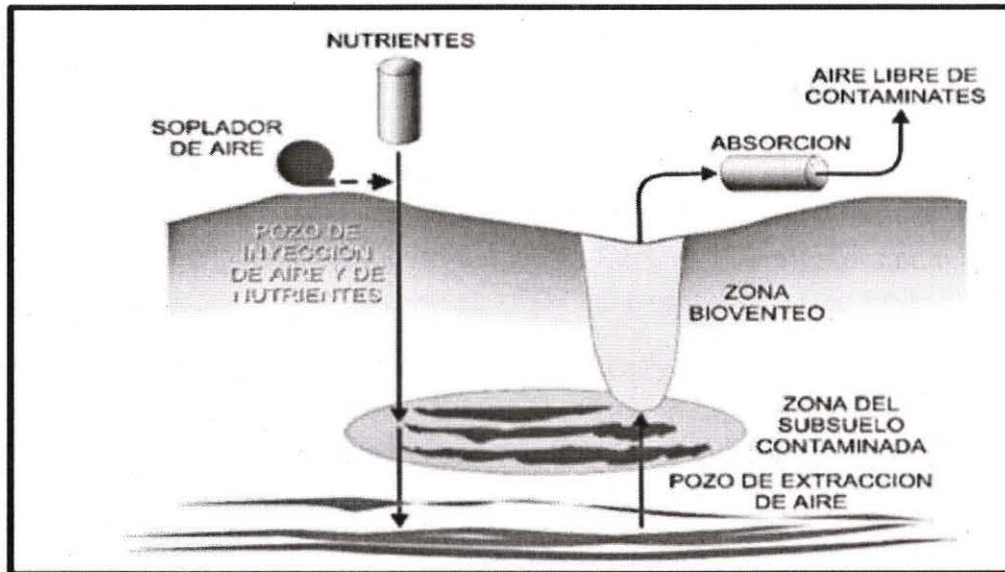
*La concentración a la cual se aplicará la solución nutritiva, que puede ser, Polypetro Solve (bacterias degradadoras de hidrocarburos compuestas con nutrientes), es de aproximadamente 100 gr /m<sup>3</sup> disuelto y preparado previamente en un bioreactor para aplicar posteriormente unos 50 lts de solución por m<sup>3</sup> de suelo contaminado.*

*Para provocar que la mezcla nutritiva penetre dentro de los espacios intersticiales del suelo se pone en operación el sistema de extracción de vapores con inyección de aire siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.*

*En el Control del proceso de BV, además de controlar la emisión de gases a la atmósfera y verificar la concentración de hidrocarburos a la salida del equipo de vacío, también se deberá monitorear la humedad en el puerto de muestreo de gases ya que es una variable a mantener durante todo el tratamiento, el rango de humedad deberá ser del 20 al 75% (humedad relativa), en caso de que sea menor al 20% se corre el riesgo de afectar el proceso de biodegradación.*

*Para mantener el proceso de biodegradación se deberán realizar cargas de solución nutritiva a los pozos de inyección de acuerdo a las necesidades de humedad del proceso, como condición inicial de tratamiento.*

*Para lograr una mejor penetración de nutrientes, humedad y oxígeno al subsuelo, se podrán cambiar los pozos de inyección por los de extracción y viceversa las veces que sean necesarias, aprovechando los paros del equipo para mantenimiento preventivo y/o correctivo o de acuerdo a los resultados de los monitoreos de las variables de control de proceso.*



**Figura 37- Diagrama general del proceso de Biorremediación In Situ.**

Mientras se inicia el proceso de biodegradación, se deberán tomar muestras iniciales de suelo en los espacios entre pozos de tratamiento a profundidades de 1.20, 2.40, 3.60 y 4.80, 6.00 m de profundidad para verificar la presencia de HFL y BTEX en fase gaseosa y (HFL+BTEX) en suelo, la presencia de HFL y BTEX se detecta directamente mediante la lecturas con el equipo analizador de compuestos orgánicos volátiles (VOC detector) y toma de muestras de suelo a las que se les realizará el análisis de HTP con equipo portátil de laboratorio.

Para constatar y controlar el proceso de biodegradación de las partículas de hidrocarburo, como medida indirecta se monitorea la generación de bióxido de carbono con equipo portátil en el puerto de muestreo de gases, una vez conocida la concentración de bióxido de carbono en el aire de salida se puede saber si se está produciendo la biodegradación en caso de que la concentración de este gas aumente, debido a la actividad microbiológica que actúa a favor de la descontaminación del suelo impregnado.

Otro parámetro indirecto que nos puede dar una señal de la actividad microbiológica es la temperatura la cual se puede medir directamente en los pozos o en el puerto de muestreo de gases, ya que a mayor temperatura se confirma el aumento de población microorgánica en el subsuelo y por ende la disminución del hidrocarburo impregnado en el suelo.

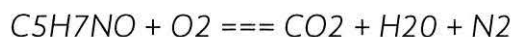
Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Desde el punto de vista biológico, el proceso de biorremediación trabaja utilizando el poder de degradación de las bacterias aerobias sobre el hidrocarburo, a partir de una ecuación química de oxidación que podemos ejemplificar de la siguiente manera:

*Bacterias*



El término  $C_5H_7NO$  representa la composición típica del hidrocarburo, el cual degradan (reducen) las bacterias en presencia de oxígeno a moléculas más simples, que, además, se reintegran a la atmósfera, como el bióxido de carbono y el nitrógeno, o simplemente se agregan al cuerpo de agua como  $H_2O$ .

Para este tipo de reacción biológica las condiciones ambientales son propicias por la zona donde está ubicada la zona de afectación, y que la temperatura sobrepasa los 32 grados centígrados.

Solo se tendrá que verificar que el pH sea mayor que seis y menor que nueve, así como mantener la relación adecuada entre hidrocarburo (materia orgánica) y microorganismos (bacterias).

La fase gaseosa es una mezcla de gases que ocupa los espacios que la fase líquida deja libres en la porosidad del suelo.

Debido a sus características intrínsecas como fluido, la fase gaseosa presenta una marcada similitud con la fase líquida, sobre todo en lo que se refiere a su dinámica, aunque tiene algunas diferencias con respecto a esta.

La atmósfera del suelo está condicionada por la dinámica de los procesos biológicos que se producen en relación a ella, y que están determinados por el consumo de oxígeno y por la producción de  $CO_2$  que realizan los microorganismos y las plantas durante sus procesos de oxidación (Campbell, 1987).

Comúnmente, la concentración y cantidad de los nutrientes que se añadirán al proceso dependerá de las características particulares del sitio en estudio como son: tipo de suelo, composición del mismo, microbiología del sitio, características hidrológicas y geológicas, topografía, condiciones climatológicas, características socioeconómicas y se determinan en campo.

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

*Durante el proceso de saneamiento se lleva un control de muestreo semanal para verificar la presencia de apropiada actividad bacteriana así como la disminución paulatina del nivel de hidrocarburos.*

*Asimismo, se determinará la relación carbono orgánico, nitrógeno y fósforo (100:10:1), manteniendo la humedad en el nivel ideal de acuerdo con el criterio agronómico de fertilidad de suelo.*

*Una vez alcanzados los niveles de limpieza propuestos, se procederá a efectuar el retiro del equipo y materiales y la limpieza para permitir nuevamente actividades agrícolas o las que originalmente existían de acuerdo a la vocación del sitio.*

*El tiempo estimado de remediación puede oscilar de 6 a 9 meses.*

*Nota: Antes, durante y al final de la remediación del sitio afectado, será necesario realizar un muestreo inicial, un muestreo intermedio y un muestreo final, mediante laboratorio acreditado ante la EMA.*

- XII. Que el **REGULADO** manifiesta que el uso futuro del sitio remediado identificado como **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, seguirá teniendo actividades agrícolas o las que originalmente existían de acuerdo a la vocación del sitio.
- XIII. Que el **REGULADO** presenta una cadena de custodia de las muestras tomadas para la Caracterización del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, con la información requerida en el numeral 7.4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
- XIV. Que el **REGULADO** presenta para la Caracterización del sitio **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, una memoria fotográfica de la situación en la que se encontraba el sitio antes de ser remediado, donde se muestra el aspecto del sitio, la extensión de los daños, de los trabajos efectuados de perforación para el muestreo, la toma de muestras, la forma de



almacenamiento, la topografía y de las pruebas físicas realizadas (gasometrías, georadar y de conductividad hidráulica).

XV. Que el **REGULADO** manifiesta el programa de monitoreo de remediación del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, que utilizará durante los trabajos de remediación, integrado por un plan de monitoreo intermedio y un plan de muestreo final comprobatorio.

XVI. Que el **REGULADO** manifiesta el programa calendarizado de actividades a realizar durante la remediación del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, ubicado en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, donde se indican 6 meses para llevar a cabo el tratamiento de remediación, las actividades descritas en este programa calendarizado quedaran sujetas a las condiciones climatológicas del lugar, así como a la disponibilidad de las autoridades involucradas y en caso de que se requiera modificar las fechas indicadas, se hará del conocimiento de la autoridad competente.

| PROGRAMA DE ACTIVIDADES CALENDARIZADO PROPUESTO PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON LA REMEDIACION MEDIANTE LAS TECNICAS DE EXTRACCION DE VAPORES/BIOVENTEO. |  |                |       |       |       |       |       |
|--|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CONCEPTOS  | DESCRIPCION  | TIEMPO (MESES) |       |       |       |       |       |
|  |  | MES 1          | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
| 1.00   | LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO INICIAL  |                |       |       |       |       |       |
| 2.00   | COLOCACION Y DESMANTELAMIENTO DE CERCADO DE ALAMBRE DE PUAS CON POSTES DE MADERA ROLLIZA DE 4"Ø DE 2 MTS DE ALTURA (RENTA)   |                |       |       |       |       |       |
| 3.00   | PERFORACION DE POZOS DE 6" Ø, CON EQUIPO PERFORADOR MECANICO TIPO ROTATORIO EN SECO/HÚMEDO, CON MAQUINA LONG YEAR 30 Ó EQUIVALENTE DE BROCA TIPO TRIÓNICA SIN RECUPERACION DEL NÚCLEO. INCLUYE INSTALACION DE TUBERIA DE PVC RANURADA DE 4" Ø. |                |       |       |       |       |       |
| 4.00   | INSTALACION DE RAMALES DE INTERCONEXION CON TUBERIA DE PVC PARA LOS CABEZALES DE INYECCION DE AIRE O APLICACION DE VACIO, EN POZOS PREVIAMENTE FABRICADOS  |                |       |       |       |       |       |
| 5.00   | PERFORACION VERTICAL DE POZOS DE 6" DE DIAM. PARA LA EXTRACCION DE MUESTRAS DE SUELO   |                |       |       |       |       |       |
| 6.00   | MUESTREO INICIAL PARA LA DETERMINACION DE TPH'S EN SUELO.  |                |       |       |       |       |       |
| 7.00   | TRATAMIENTO DE MATERIAL CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS, MEDIANTE LA TÉCNICA DE EXTRACCION DE VAPORES Y BIOVENTEO  |                |       |       |       |       |       |
| 8.00   | MUESTREO INTERMEDIO PARA LA DETERMINACION DE TPH'S EN SUELO.   |                |       |       |       |       |       |
| 9.00   | MUESTREO FINAL PARA LA DETERMINACION DE TPH'S EN SUELO.  |                |       |       |       |       |       |
| 10.00  | ANALISIS PARA HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA   |                |       |       |       |       |       |
| 11.00  | ANALISIS PARA HIDROCARBUROS HAPS   |                |       |       |       |       |       |
| 12.00  | ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS  |                |       |       |       |       |       |
| 13.00  | DESMANTELAMIENTO DE CERCADO PERIMETRAL A BASE DE ALAMBRE DE PUAS DE 4 HILOS ENGRAPADOS EN POSTERIA DE MADERA POLINES DE 3" X 4" 2.0 M DE LONGITUD A CADA 3.0 METROS DE SEPARACION  |                |       |       |       |       |       |
| 14.00  | DESMANTELAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS POZOS DE INYECCION-SUCCION, UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DEL SUELO CONTAMINADO   |                |       |       |       |       |       |
| 15.00  | INFORME FINAL, INTEGRADO EN 4 CARPETAS Y 4 DISCOS COMPACTOS  |                |       |       |       |       |       |

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - www.asea.gob.mx

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en los artículos 1º, 3º fracción XI, 4º, 5º fracción XVIII, 7º fracción IV de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 68, 69 y 77 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; 4º fracción XVIII y 28 fracción VII del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; 135 y 144 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación", así como las demás disposiciones que resulten aplicables, esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** en el ejercicio de sus atribuciones:

**RESUELVE:**

**PRIMERO.- Se APRUEBA** llevar a cabo la Propuesta de Remediación Modalidad A. Emergencia Ambiental (SEMARNAT-07-035-A) presentada por el **REGULADO**, que consiste en "Extracción de vapores/Bioventeo" en el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, ubicado en las Coordenadas UTM NAD27 X: 230, 013.7434 Y: 2, 766, 906.9641, debido al derrame de aproximadamente 2500 litros de producto Px Magna ocurrida el 21 de agosto de 2013, impactando un área de aproximadamente **579.799 m<sup>2</sup>** de suelo y un volumen de suelo contaminado de aproximadamente **1,673.33 m<sup>3</sup>**. Por lo anterior, **se autoriza al REGULADO, su realización, en estricto apego a las condicionantes establecidas en los numerales SEGUNDO, TERCERO y CUARTO de esta resolución.**

**SEGUNDO.-** El **REGULADO** a través del Responsable Técnico que designe a partir del proceso concursal, mismo que deberá ser un prestador de servicios con autorización vigente de acuerdo con lo descrito en el considerando X y el artículo 137 fracción II del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, debe realizar las acciones de remediación descritas en la propuesta de remediación

presentada, conforme a los **CONSIDERANDOS IX, X, XI, XII, XV y XVI** de la presente Resolución y deberá cumplir con las siguientes condicionantes:

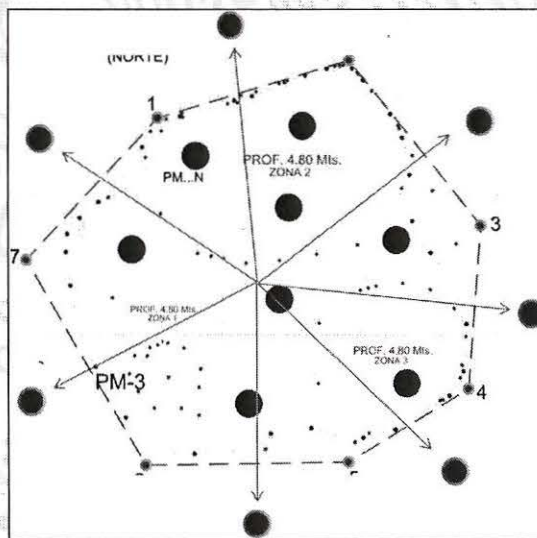
1. Dar cumplimiento al programa calendarizado de actividades en el plazo propuesto de 6 (seis) meses. En el caso de que el tiempo de tratamiento del suelo contaminado y/o el volumen autorizado (**1, 673.33 m<sup>3</sup>**) se llegaran a modificar durante las acciones de remediación, deberá entregar a esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** la justificación técnica de las razones de las modificaciones.
2. Presentar la póliza de seguro otorgada por el prestador de servicios autorizado, que deberá estar vigente durante todo el tiempo que se lleven a cabo los trabajos de remediación en el sitio de referencia. Se le reitera que **no puede realizar las acciones de remediación sin contar con la póliza de seguro vigente**, el listado de insumos de la técnica o proceso de remediación que empleará el prestador de servicios autorizado, hoja de seguridad de los insumos correspondientes, constancia de laboratorio, fabricante o formulador sobre la no patogenicidad de los microorganismos (si se llegaran a utilizarán) y copia legible de la autorización vigente emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
3. Informar la fecha de inicio o la fecha en que inició las actividades de remediación a la **Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial**, de la **AGENCIA**, después de la recepción de esta Resolución y entregar copia a del acuse de recibo de la notificación a **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** de la Unidad de Gestión Industrial.
4. El **REGULADO** debe presentar ante la **Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial** de la **AGENCIA**, los siguientes documentos: a) Copia de este oficio, b) Programa calendarizado de actividades, c) Propuesta de Remediación, d) Plan de Muestreo Final Comprobatorio, e) El escrito, por parte del **REGULADO**, donde designa al Responsable Técnico de la remediación y f) Copia de la autorización del responsable técnico de la remediación. Lo anterior, debe ser exhibido con la finalidad de que la citada Unidad Administrativa vigile y supervise los trabajos a realizar en el sitio.
5. El plan de monitoreo del sitio con el que vigilará el avance de su remediación, deberá **AMPLIARSE** (en cuanto a la superficie que cubre) y **DENSIFICARSE** (en el número de puntos de muestreo) con relación a lo señalado en el numeral 5. **MUESTREO DE SUELO, NÚMERO DE PUNTOS Y PROFUNDIDADES DE MUESTREO**, llevando a cabo la siguiente metodología:

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

- Partiendo del polígono originalmente estimado y presentado en la *Figura 3.- Ubicación de los puntos de muestreo dentro del área de la pluma contaminante*, en todas direcciones tomando como referencia cada lado del polígono, habrá de seleccionar un punto de muestreo a una distancia discrecional partiendo del perímetro del polígono original;
- Tomará una muestra a cada una de las profundidades propuestas en dicho plan, es decir a 2.40 m, 3.60 m, 4.80 m y 6.00 m hasta delimitar la extensión del nuevo polígono de monitoreo con base a los resultados analíticos de laboratorio
- Si la distancia a la que realizó el punto de muestreo no resultare suficiente para delimitar el polígono (resultados de las muestras superiores a los LMP), hará un segundo punto de muestreo en la misma dirección a mayor distancia partiendo del mismo punto de referencia (del perímetro original) hasta conseguir que todas las muestras resulten dentro de dichos LMP.
- Todas las muestras colectadas deberán incluirse como parte de los análisis que se harán antes, durante y al final de la remediación del sitio, pero que no formaran parte del total de (las 32) muestras planteadas para este plan de monitoreo, sino que serán adicionales para conservar la densidad y precisión por superficie que procura dicho plan, con lo que aumentará el número de puntos de muestreo.
- Debe conservar el criterio de una muestra duplicada por cada diez muestras.



**Figura esquemática de la ampliación del plan de monitoreo**

6. Demostrar que el suelo del sitio contaminado, cumple con los LMP para HFL y BTEX, de acuerdo con lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 en las tablas 2 y 3, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional



en la caracterización y especificaciones para la remediación, para uso de suelo agrícola/forestal.

7. Manejar los residuos peligrosos (sólidos, líquidos residuales o lixiviados) generados durante la ejecución de los trabajos de remediación y los generados de la limpieza de los equipos y herramientas empleadas durante las acciones de remediación, conforme a lo establecido en los artículos 40°, 41°, 42°, 43°, 44° y 45 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, (LGPGIR), y deberá presentar evidencia fotográfica de dicho manejo.
8. Todas las actividades en el sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, realizadas durante la remediación, deben ser registradas en una bitácora específica para el control de la remediación, ésta debe contener lo señalado en los artículos 71° fracción III y 75° fracción IV del Reglamento de la LGPGIR y debe ser conservada por los 2 años siguientes a la aprobación de la Conclusión del Programa de Remediación.
9. Concluidos los trabajos de remediación deberá notificar a la **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento**, de la **Unidad de Gestión Industrial** de la **AGENCIA**, para que ésta dentro del marco de sus atribuciones, considere la imposición de las medidas y/o sanciones correspondientes.
10. Que el **REGULADO** a través del Responsable Técnico designado, deberá dar cumplimiento estricto a las Condicionantes técnicas establecidas en su Autorización para el tratamiento por Extracción de vapores/Bioventeo (EV/BV) In-Situ, otorgada por la **AGENCIA**.

**TERCERO.-** El tratamiento a través de "Extracción de vapores/Bioventeo (EV/BV) In-Situ" de **1, 673.33 m<sup>3</sup>** de suelo contaminado con Px Magna, deberá cumplir la siguiente condicionante:

1. Se realizará un Muestreo Final Comprobatorio (en adelante MFC) en el sitio remediado para verificar que se han alcanzado las concentraciones, los niveles, los límites o los parámetros señalados en las normas oficiales mexicanas aplicables. Tanto la toma de muestras finales comprobatorias como su análisis deberán ser realizados por laboratorios acreditados por la EMA y aprobados todos por la PROFEPA (es decir tanto muestreador como los analistas que realicen la extracción y cuantificación de los HTP de Fracción Ligera y BTEX deberán cumplir estos requisitos). La acreditación y aprobación del laboratorio (analistas de extracción, analistas de cuantificación y equipo) y signatario responsable de

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

la toma de muestras deben estar vigentes durante la toma de muestras y el análisis de las mismas.

**CUARTO.-** El **REGULADO** debe realizar un MFC del suelo tratado en el sitio una vez concluido el tratamiento, de conformidad con lo siguiente:

1. Antes de realizar el MFC, deberá presentar el Plan de MFC a **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento**, de la **Unidad de Gestión Industrial** de la **AGENCIA** y notificar por escrito con 15 días de anticipación a la fecha que se tiene prevista para la realización del muestreo, debe presentar los planos geo-referenciados en sistema WGS84 o ITRF2008 en época 2010 donde se indiquen los puntos del MFC. Remitirá copia del acuse a esta **Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial**.
2. El MFC deberá ser realizado por un laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por la PROFEPA y el signatario responsable de la toma de muestra deberá cumplir los mismos requisitos. La acreditación y aprobación del laboratorio (analistas de extracción y cuantificación) y signatario responsable de la toma de muestras deben estar vigentes durante la toma de muestras y el análisis de las mismas.
3. El MFC deberá incluir adicionalmente a los puntos de muestreo propuestos, aquellos puntos adicionales que hayan resultado de la ampliación y densificación del plan de monitoreo original, resultado de la delimitación del polígono contaminado originalmente propuesto con base a resultados analíticos, de tal forma que el MFC tendrá en esencia el mismo número de muestreos y el mismo número de muestras que el plan de monitoreo.
4. Los reportes de los resultados del MFC emitidos por el laboratorio responsable del muestreo deben ser los originales o copia certificada, para su cotejo. Éstos deben incluir la Cadena de Custodia (firmada por los involucrados en el MFC), cromatogramas y otra información que sea relevante tal como, los planos de localización con los puntos del muestreo y la interpretación de los resultados, entre otros.
5. Los análisis químicos de las muestras finales comprobatorias deben ser realizados para demostrar que se han alcanzado las concentraciones para los hidrocarburos (gasolinas) señaladas por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación, para uso de suelo agrícola/forestal. Por lo que debe analizar para cada una de las muestras Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX.

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

6. Los reportes de resultados del MFC deben presentarse como anexo del informe de Conclusión del Programa de Remediación, referido en el numeral **QUINTO** de esta Resolución.
7. En caso de que los resultados del MFC indiquen concentraciones por arriba de los límites máximos permisibles, establecidos para uso de suelo agrícola/forestal en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, deberá continuar con el tratamiento del suelo y realizar otro MFC posterior. Los MFC posteriores se realizarán bajo las mismas condiciones que el primero.

**QUINTO.-** El **REGULADO**, una vez concluido el programa de remediación, debe presentar ante esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento**, el trámite SEMARNAT-07-036, "Conclusión del Programa de Remediación", del sitio denominado **Área Aledaña al km 187+400 del DDV del poliducto de 10" Ø Topolobampo-Culiacán, en el municipio de Mocorito, Sinaloa**, de conformidad con lo señalado en el artículo 151° del Reglamento de la LGPGIR, para lo cual deberá además anexar la siguiente información:

1. Copia de la póliza de seguro a nombre del Responsable Técnico designado, que demuestre que durante todo el tiempo en el que se llevaron a cabo los trabajos de remediación en el sitio de referencia, ésta se encontraba vigente.
2. En caso de haber notificado a esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** sobre cualquier modificación a la propuesta de remediación aprobada, deberá anexar las copias de los acuses.
3. Los documentos probatorios que demuestren el cumplimiento de lo señalado en los numerales **SEGUNDO, TERCERO y CUARTO** de esta Resolución, así como los reportes de resultados del MFC emitidos por el laboratorio responsable del muestreo y análisis de las muestras de suelo.
4. El Responsable Técnico designado deberá demostrar haber dado cumplimiento estricto a las condicionantes técnicas establecidas en su Autorización, para aplicar el proceso de "Landfarming a un lado del sitio" al suelo contaminado.
5. Además, deberá entregar lo siguiente:

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

- a) Descripción local del sitio
- b) Área (m<sup>2</sup>) final de suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX que fue objeto de la remediación.
- c) de se provoca<sup>3</sup>) final del suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX que fue objeto de la remediación.
- d) Tabla que contenga los resultados de laboratorio resumidos y la cual señale: la identificación de la muestra, la localización de cada punto de muestreo en coordenadas UTM WGS84 o ITRF2008 en época 2010, fecha y hora del muestreo, identificación de la muestra por el laboratorio, la profundidad de muestreo, la concentración en base seca para cada punto y muestra, los límites de detección, así como el Signatario del muestreo y otra información que sea relevante (incluir una copia en electrónico en Excel).
- e) Los planos de localización geo-referenciados en coordenadas UTM en sistema WGS84 o ITRF2008 en época 2010 del sitio conteniendo: la localización y denominación de los puntos del MFC (incluyendo la profundidad y la identificación de cada punto), en electrónico e impresos (tamaño 60 x 90 cm).
- f) Otra información de relevancia para la evaluación de los resultados del MFC.
- g) Memoria fotográfica del MFC, de los puntos de ampliación y densificación, así como de los puntos originalmente propuestos diferenciándose el área del polígono contaminado y la ampliación solicitada, de los trabajos realizados y de las condiciones iniciales del sitio.
- h) La interpretación de resultados.

**SEXTO.-** Los Niveles de Remediación del sitio propuestos por el **REGULADO** son los Límites Máximos Permisibles para uso de suelo agrícola/forestal señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

En caso de que el **REGULADO** cambie el uso futuro de suelo al establecido en su Propuesta evaluada, esta Resolución quedará sin efecto, y será necesario presentar nuevamente el Programa de Remediación para tratar el suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX, mediante el proceso de "Extracción de Vapores/Bioventeo (EV/BV) In-Situ" ante la **AGENCIA**.

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

**SÉPTIMO.-** Queda prohibido: (i) el lavado de suelos en el sitio por medio de dispositivos hidráulicos sin dispositivos de control, almacenamiento y tratamiento de lixiviados y corriente de agua generadas; (ii) mezclar suelos contaminados con suelos no contaminados con propósitos de dilución; (iii) la extracción o remoción de suelos contaminados y residuos peligrosos contenidos en ellos sin un control de emisiones, así como (iv) la aplicación en el sitio de oxidantes químicos.

**OCTAVO.-** La **AGENCIA**, a través de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial, se reserva la facultad de verificar en cualquier momento el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades que establece la LGPGIR, su Reglamento y demás disposiciones jurídicas vigentes aplicables en la materia.

**NOVENO.-** La presente resolución, no exime de la obligación de tramitar ante otras Dependencias, las autorizaciones y/o permisos que correspondan, entre otros, aquellos que enunciativa pero no limitativamente, le permitan la ocupación o uso del suelo para los fines de la remediación cuando el sitio contaminado no esté bajo la propiedad o posesión del titular de la presente resolución, considerando que ésta última tiene por objeto únicamente la aprobación de las actividades comprendidas en la Propuesta de Remediación.

**DÉCIMO.-** En caso de darse contaminación de cuerpos de agua, deberá notificar a la autoridad competente, de conformidad con el artículo 138 fracción I del Reglamento de la LGPGIR.

**DÉCIMO PRIMERO.-** La evaluación técnica de esta **Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento** para determinar la aprobación del Programa de Remediación registrado con número de bitácora **09/J1A0054/01/16** que aquí se resuelve, se realizó en apego a la información técnica anexa al escrito de ingreso, en caso de existir falsedad de la información, el **REGULADO** se hará acreedor a las penas en que incurre quien se conduzca con falsedad de conformidad con lo dispuesto en la fracción II y III, del artículo 420° Quater del Código Penal Federal, referente a los delitos contra la gestión ambiental.

**DÉCIMO SEGUNDO.-** Las acciones de remediación deberán realizarse con estricto apego a la Propuesta de Remediación aprobada y a las Condicionantes establecidas en la

Melchor Ocampo 469, Col. Nueva Anzures, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11590, México, D.F.

Tels: (55) 9126 0100 exts. 13420 - [www.asea.gob.mx](http://www.asea.gob.mx)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos también utiliza el acrónimo "ASEA" y las palabras "Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente" como parte de su identidad institucional

presente Resolución, la LGPGIR y su Reglamento y otras disposiciones aplicables en la materia. Las violaciones a los preceptos establecidos en dichas disposiciones serán sujetas a las sanciones administrativas que correspondan.

**DÉCIMO TERCERO.-** Contra la presente resolución procede el recurso de revisión a que se refiere el artículo 116° de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que podrá presentar dentro del plazo de quince días contados a partir del día siguiente a aquél en que surta efectos la notificación de la misma.

**DÉCIMO CUARTO.-** Notifíquese la presente Resolución al interesado personalmente de conformidad con el artículo 35° de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

**ATENTAMENTE**



**LIC. IVETT GARCIA SALAZAR**

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 48 del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en suplencia por ausencia del Director General de Gestión de Transporte y Almacenamiento, previa designación mediante Oficio ASEA/UGI/0068/2016, de fecha 09 de mayo de 2016, firma la Lic. Ivett García Salazar, Directora de Gestión e Impacto Ambiental de Transporte y Almacenamiento".

**Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica**

C.c.p.

Ing. Carlos de Regules Ruiz-Funes.- Director Ejecutivo de la ASEA. Correo electrónico: carlos.regules@asea.gob.mx

Ing. José Luis González González. Encargado de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial. Correo electrónico: jose.gonzalez@asea.gob.mx

Lic. Alfredo Orellana Moyao. Jefe de la Unidad de Asuntos Jurídicos. Correo electrónico: alfredo.orellana@asea.gob.mx

Biol. Ulises Cardona Torres. Jefe de la Unidad de Gestión Industrial. Correo electrónico: ulises.cardona@asea.gob.mx

**BITÁCORA: 09/J1A0054/01/16**

JAR/EHCH/AGE  
