

Monterrey Nuevo León, a 20 de febrero de 2017

Sin. D0368616

## 1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

### 1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente **Programa de Remediación (PR)** fue elaborado por **ISALI, S.A. de C.V.** e informa sobre las actividades desarrolladas, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo contaminado con hidrocarburos, debido al derrame de **Diésel** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 600 L**. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Trans-Energéticos, S.A. de C.V.**, ocurrido el 09 de julio de 2015 en el **Km. 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados, se ha elaborado el presente Programa de Remediación (PR). En él se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, los resultados de los estudios y análisis realizados, el diagnóstico y las conclusiones correspondientes conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como la propuesta de remediación adecuada.

El resultado de los análisis señala que las muestras tomadas en el **área dañada (117 m<sup>2</sup>)** del sitio del derrame superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Debido a esta razón, un **volumen estimado de 23.4 m<sup>3</sup>** del suelo dañado con **Diésel**, debe de ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **17 semanas**.

Por otra parte, y en virtud de que el presente caso que nos ocupa se trata de una emergencia ambiental, tal y como lo establece el artículo 132 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los trabajos de remediación propuestos en el presente programa darán inicio el próximo **13 de marzo de 2017**, atento a lo dispuesto en el artículo 135 del mismo ordenamiento legal.

Nombre y correo electrónico de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Nombre y correo electrónico de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

## 1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

### 1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 09 de julio de 2015 en el **Km. 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí**, manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 600 L de Diésel** (*Anexo I – Carta Porte*).

En fecha 07 de enero de 2016, la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) emitió oficio No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/047/2016, solicitando información referente al accidente antes mencionado (*Anexo II – Oficio ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/047/2016*).

Por lo que en fecha de 03 de marzo de 2016, la empresa **Trans-Energéticos, S.A. de C.V.**, dio contestación al oficio anterior y dio aviso sobre la programación del Muestreo Inicial, mediante envío de escrito por correo certificado a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) (*Anexo III – Contestación de oficio y aviso de Muestreo Inicial*).

Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el sitio de derrame capturando exposiciones digitales del mismo (*Anexo IV – Fotográfico – Visita inicial*).

### 1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Trans-Energéticos, S.A. de C.V.** cuya actividad es el transporte federal de carga especializado (Clave CMAP 711203, Servicios de autotransporte de carga especializado). Los datos generales son los siguientes:

Nombre, Domicilio, Teléfono y correo electrónico de Persona Física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

#### 1.4. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS POTOSÍ<sup>1</sup>

El municipio de San Luis Potosí se encuentra localizado en la zona centro del estado de San Luis Potosí, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100° 58" de Longitud Oeste y 22° 09" de Latitud Norte, con una altura de 1,860 m sobre el nivel del mar. Sus límites son: al Norte, Moctezuma y Villa de Arista; al Este, Villa Hidalgo, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro y Villa de Zaragoza; al Sur, Villa de Reyes; al Oeste, Villa de Arriaga, Mexquitic de Carmona y Aqualulco.

De acuerdo con el Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística del INEGI, al año 2015, la superficie total del municipio es de 1,471.7 Km<sup>2</sup> y representa el 2.38% del territorio estatal.

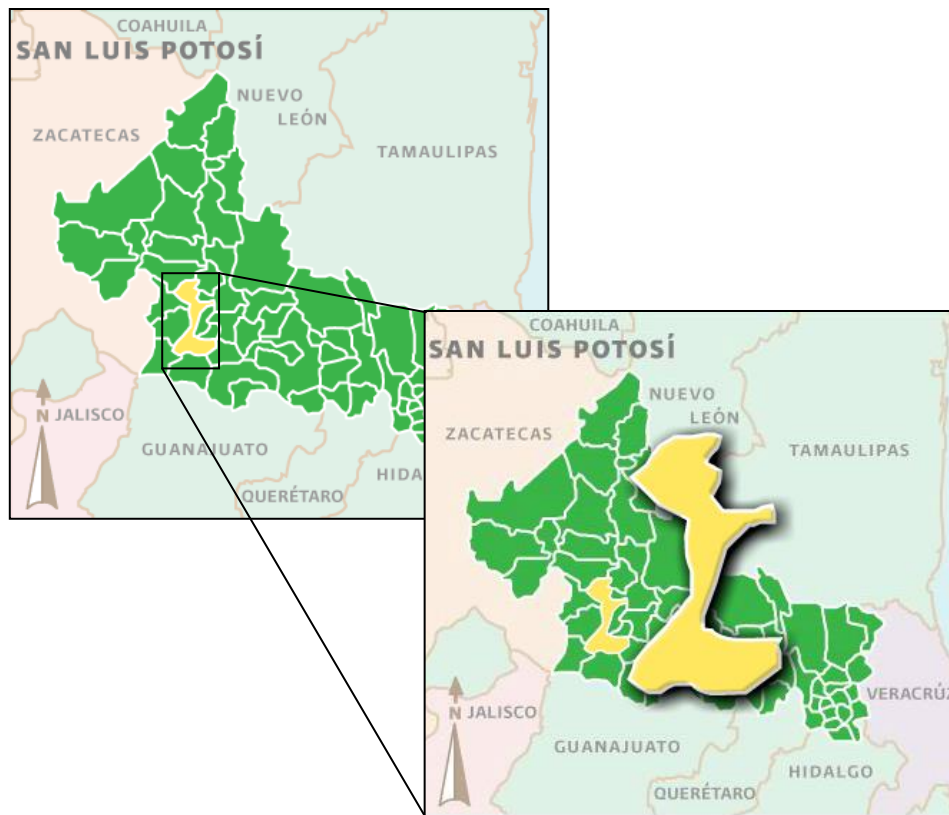


Figura Ilustrativa No. 1.1. Ubicación del municipio de San Luis Potosí.

<sup>1</sup> [www.sanluispotosi.gob.mx](http://www.sanluispotosi.gob.mx), Enciclopedia de los Municipios de México. [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)

## 1.5. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa Trans-Energéticos, S.A. de C.V. En el sitio se derramaron **aproximadamente 600 L de Diésel**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.1.

<b>Tabla No. 1.1 Ubicación geográfica del sitio del accidente</b>	
<b>Punto de impacto</b>	
<b>Latitud Norte</b>	<b>Longitud Oeste</b>
21° 56' 14.76"	100° 48' 14.76"
<b>UTM<sup>2</sup></b>	
14Q 0313680 2426998	

El sitio del derrame se ubica sobre el derecho de vía de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, en donde fue el punto de impacto, el cual tiene un uso de suelo Agrícola. En los alrededores se observan diferentes especies de matorrales desérticos micrófilos y nopaleras, así como pedacería de vidrio presuntamente del accidente ocurrido en el sitio. De acuerdo con la topografía del sitio y las curvas de nivel, el área total afectada pertenece al derecho de vía de la carretera antes mencionada. Aproximadamente a 200 m se encuentran diversas casas y negocios.

El hidrocarburo se desplazó de manera horizontal hacia el Noreste, Este y Sureste, para luego infiltrarse verticalmente. El sitio afectado presenta un suelo tipo limoso, siendo de color café claro en la superficie, observando que en el subsuelo (0.30 m de profundidad) el suelo se observa un color café oscuro, con alta compactación, a su vez presentaba un fuerte aroma del hidrocarburo derramado (Diésel).

A aproximadamente 10.24 Km del punto de impacto, se encuentra la Laguna San Vicente, que debido a la distancia no resultó afectada por el derrame de Diésel, por lo tanto no se dio aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como a 45.58 Km se encuentra la cabecera municipal de la capital de San Luis Potosí.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.2.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

<sup>3</sup> Carta Topográfica 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI. México.

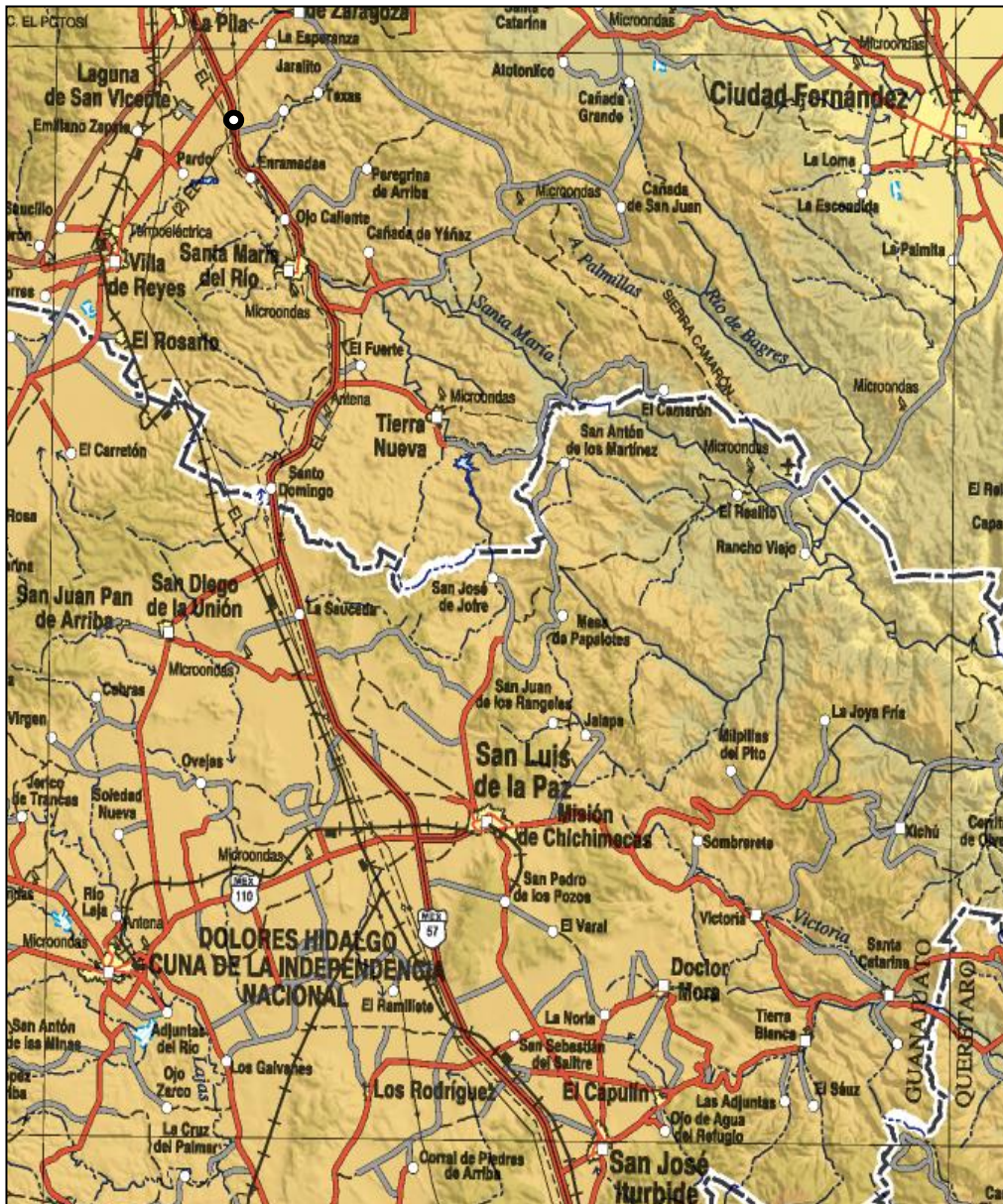


Figura Ilustrativa No. 1.2. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 14Q 0313680 2426998

## 1.6. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL

El Diésel es un derivado del petróleo que está formado principalmente por compuestos parafínicos, naftalénicos y aromáticos. El número de carbonos es bastante fijo y se encuentra entre el C10 y C22. Tiene una densidad de 0.865 Kg. / L a 15.5 ° C & 760 mm Hg.

Al igual que el petróleo crudo, el Diésel, es una mezcla de numerosos hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos heterocíclicos que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno; casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono<sup>12</sup>. Dentro de los compuestos cíclicos que contiene el asfalto son los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAPs) son un conjunto de productos químicos hidrocarbonados que se encuentran en gran cantidad como componentes naturales del petróleo, debido a su formación anaerobia y por lo tanto a la tendencia a formar moléculas que solamente contienen átomos de carbono e hidrógeno que consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas. Los HAPs constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas.

## 1.7. USO DE SUELO

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), en el sitio del derrame existe la presencia de **matorral crasicaule**, tipo vegetativo dominado fisionómicamente por cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos, se desarrolla principalmente en zonas áridas y semiáridas del país. Incluye comunidades como nopaleras y cardonales, siendo un uso de suelo Agrícola.

Mismo que de acuerdo a lo observado en campo, el suelo afectado por el derrame de Diésel donde se suscitó la volcadura, pertenece al derecho de vía de la Carretera Federal 57, en donde existen diferentes especies de matorrales desérticos micrófilos y nopaleras, y a los alrededores se observan diversas casas y negocios, sin ser afectados por el derrame del hidrocarburo.

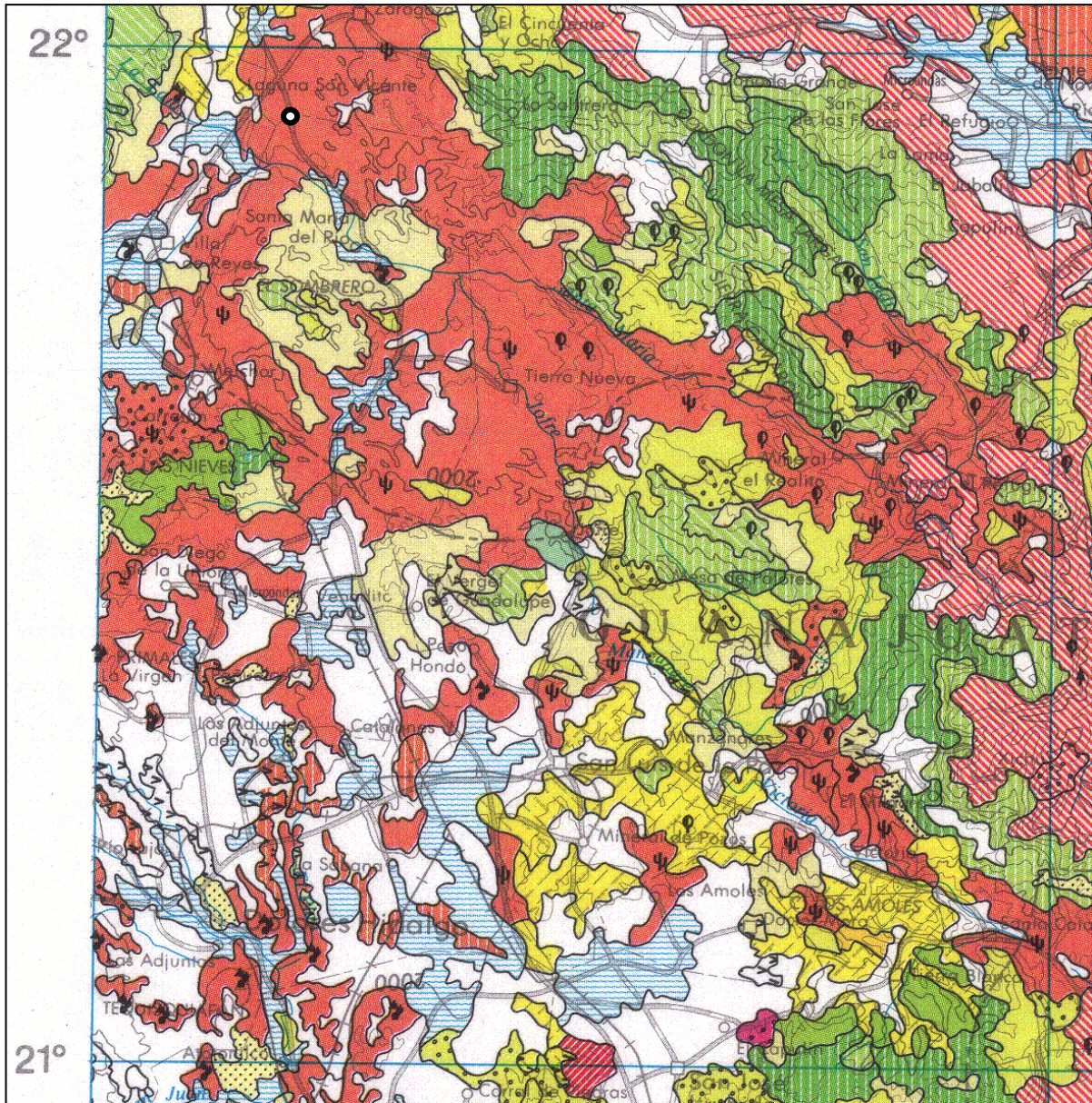


Figura Ilustrativa No. 1.3. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 14Q 0313680 2426998

## 1.8. EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la cartografía de INEGI (Carta Edafología 1: 1 000 000 México. INEGI. México.), el sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

**Hh / 2<sup>4</sup>**

Suelo predominante: Hh – Feozem háplico

Textura del suelo<sup>5</sup>: 2 – Media (Limosa)

Fase física<sup>6</sup>: Dúrica<sup>7</sup>

Fase química<sup>8</sup>: Sin fase química

El término **Feozem** deriva del vocablo griego "*phaios*" que significa oscuro y del ruso "*zemlja*" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa<sup>9</sup>), cuya composición de arcilla se encuentra entre 0 y 12%, limo entre 80 y 100% y arena entre 0 y 20%<sup>10</sup>. Presenta fase física Dúrica<sup>11</sup>. No presenta fase química.

Lo anterior aunado, a que en el sitio se observa la presencia de suelo tipo limoso, siendo de color café claro en la superficie, observando que en el subsuelo (0.30 m de profundidad) el suelo se observa un color café oscuro, el cual se encuentra material consolidado (compactado).

<sup>4</sup> Carta Edafología 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

<sup>5</sup> Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

<sup>6</sup> Característica del suelo definido de acuerdo con la presencia una capa fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 y hasta 100 cm de profundidad.

<sup>7</sup> Capa fuertemente cementada por sílice dentro de los 50 cm de profundidad, no se disuelve en agua.

<sup>8</sup> Presenta saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%.

<sup>9</sup> Tamaño de partícula: entre 0.2 mm - 0.002 mm.

<sup>10</sup> Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

<sup>11</sup> Capa fuertemente cementada por sílice dentro de los 50 cm de profundidad, no se disuelve en agua.

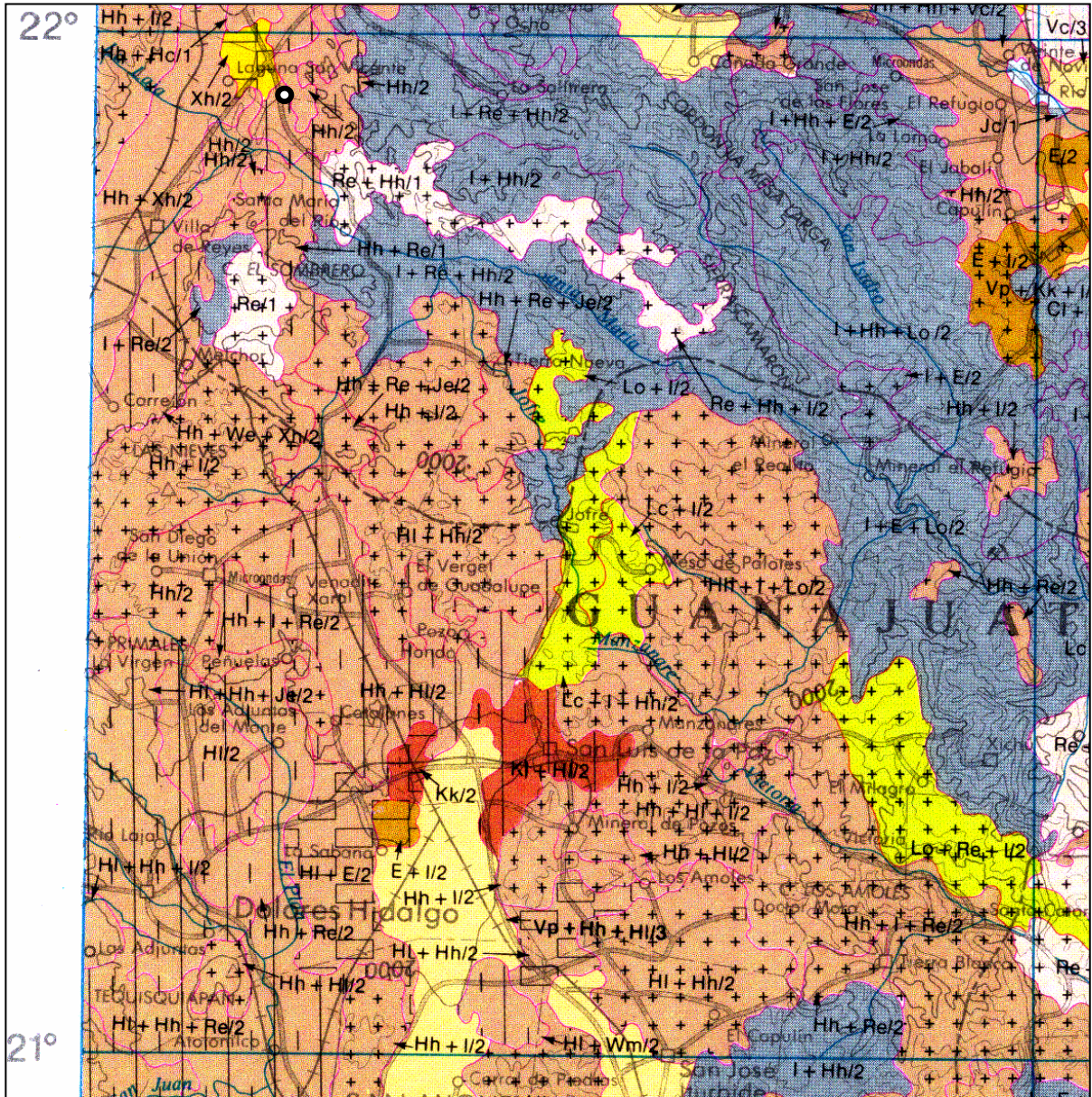


Figura Ilustrativa No. 1.4. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

● 14Q 0313680 2426998

## 1.9. CLIMA

La distribución climática del municipio de San Luis Potosí se caracteriza por su clima seco templado y semi seco templado en el Sur; seco semi cálido en el Norte, y muy seco templado en el Centro. Su precipitación pluvial anual es de 372.9 mm. La temperatura media anual es de 16.8 °C, con una máxima absoluta de 35 °C y una mínima absoluta de 7 °C, la temperatura cálida comprende de marzo a octubre y el periodo frío de noviembre a febrero<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Enciclopedia de los Municipios de México [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)

## 1.10. HIDROLOGÍA

En el municipio de San Luis Potosí, cruzan arroyos muy pequeños, tal como: El Río Españita, El Paisanos y El Santiago, éstos son formados debido a los escurrimientos en temporadas de lluvia, en cuyo tiempo se abastecen las presas de San José y El Peaje, así como de corrientes subterráneas importantes, que se localizan al Sur y Sureste de la ciudad.

Tal como se mencionó anteriormente, a aproximadamente 10.24 Km del punto de impacto se encuentra la Laguna San Vicente, misma que no presenta afectación por el derrame de Diésel debido a la distancia a la que se encuentra, por lo que se descartó dar aviso correspondiente a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta Hidrológica 1: 1 000 000 San Luis Potosí del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (Ver Figura 1.5.), la zona del derrame presenta un tipo de **material consolidado** con posibilidades de infiltración **baja media**<sup>13</sup>, lo cual podemos observar en campo de acuerdo a los sondeos realizados en el sitio, presentando un tipo de suelo limoso, con una infiltración baja (0.20 m), además de una humedad general de 9% de acuerdo con los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial.

---

<sup>13</sup> Carta Hidrológica 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI, México

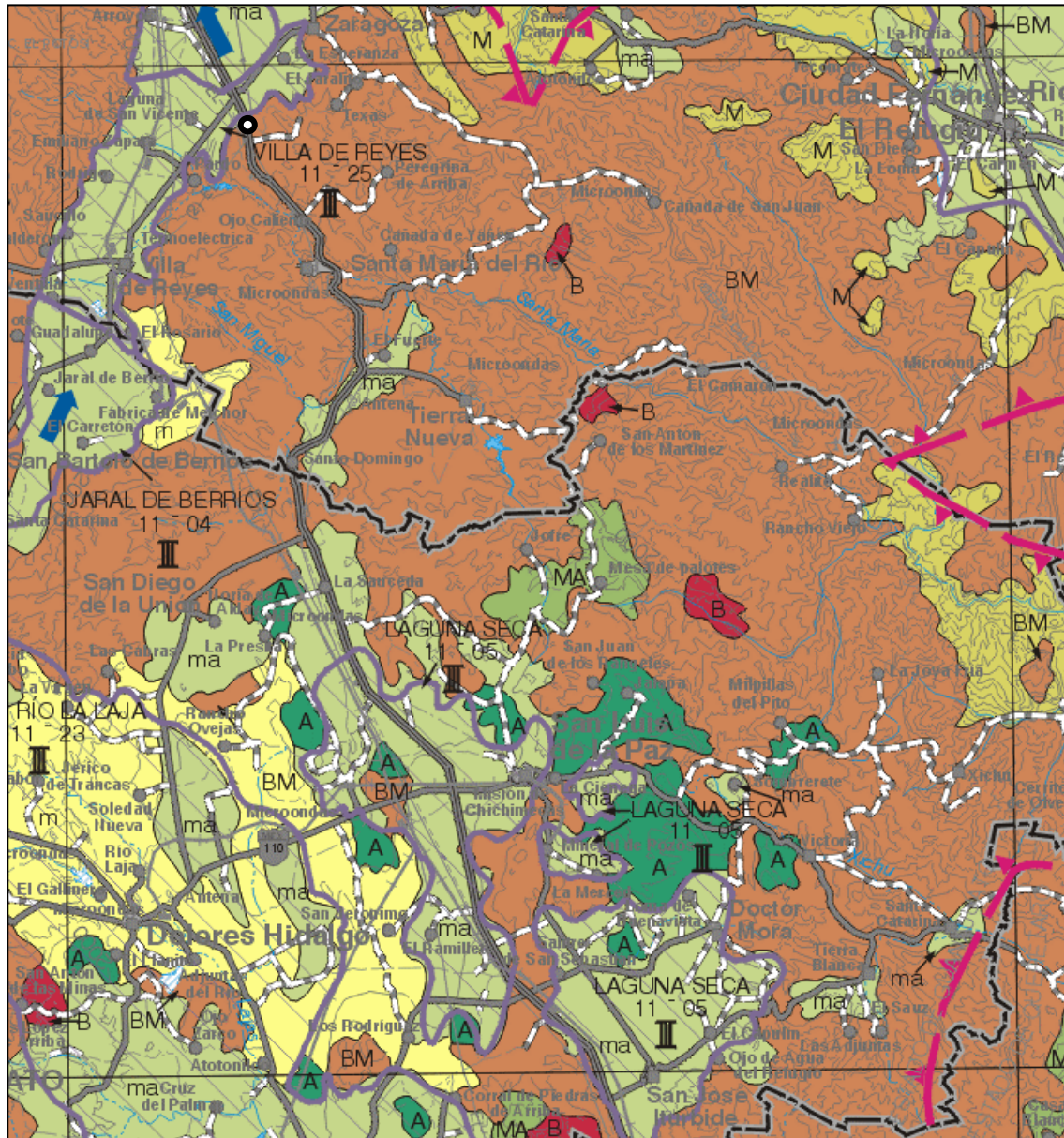


Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente hidrología superficial y subterránea.

● 14Q 0313680 2426998

### 1.11. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio contaminado, la superficie de la mancha originada por el derrame y los niveles de la superficie de dicho lugar, se conoce como Levantamiento Topográfico (LT). La utilidad de la información proporcionada por el LT en la caracterización del sitio impactado es fundamental, del levantamiento topográfico podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 21° 56' 14.76" Latitud Norte y 100° 48' 14.76" Longitud Oeste (14Q 0313680 2426998), en el **Km. 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural con un **área dañada** de **117 m<sup>2</sup>** (0.0117 ha); la cual se estableció con base a los sondeos realizados en el sitio y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado en el sitio en estudio (Ver Sección 1.14 del presente documento).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel<sup>14</sup>), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Noreste, Este y Sureste.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. Julián Blanco Amaro, quien tiene experiencia y especialidad en Topografía. La información obtenida en el LT en campo, es procesada en gabinete mediante el software denominado AutoCAD, para así obtener el plano correspondiente.

El plano del Levantamiento Topográfico, incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, forman el Anexo V.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

---

<sup>14</sup> Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

### **1.11.1. Localización del área en estudio**

Vista en planta, la cual es una representación gráfica bidimensional de un proyecto, ubicación y dimensiones, o partes del mismo sobre un plano horizontal visto desde arriba. También llamada planta y proyección horizontal. Proyecta la siguiente información:

- Nombre y Escala de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Cercados perimetrales de predios particulares.
- Casas y negocios
- Puntos del muestreo.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).

### **1.11.2. Cuadro de muestreo**

Contiene los puntos de muestreo en el sitio con las denominaciones, referencias y valores que se den en los resultados de los análisis químicos del contaminante.

### **1.11.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante**

Proyecta una simulación del comportamiento vertical y horizontal de la pluma del contaminante derramada en base a los resultados obtenidos del análisis realizado por un laboratorio de pruebas analíticas a las muestras recolectadas en sitio impactado.

### **1.11.4. Cuadro de construcción**

Tabla que contiene los datos geográficos para la construcción y ubicación de un polígono en un espacio determinado.

### **1.11.5. Tira marginal**

Contiene la siguiente información técnica:

- Nombre de proyecto
- Autor
- Escala del plano
- Tipo del plano
- Disciplina
- Ubicación
- Empresa responsable de la contaminación
- Sustancia derramada
- Orientación geográfica
- Georreferenciado con coordenadas UTM
- Fecha de elaboración
- Firma

## 1.12. PLAN DE MUESTREO INICIAL

### 1.12.1. Objetivo

El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

### 1.12.2. Actividades y tiempos de ejecución

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	10 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	25 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	20 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	35 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	15 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

\*Tiempo total que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

\*\*Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

### 1.12.3. Personal involucrado y sus responsabilidades

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de Trans-Energéticos, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) para muestreo de suelo, así como su

respectiva aprobación ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

#### 1.12.4. Sitio de muestreo

##### Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio afectado y con lo observado en campo, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado, además de presentar un fuerte aroma a Diésel y una humedad casi nula. En los alrededores se observan diferentes especies de matorrales desérticos micrófilos y nopaleras. El hidrocarburo afectó suelo natural perteneciente al derecho de vía de la Carretera Federal 57.

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 45.58 Km de la cabecera municipal de la capital de San Luis Potosí.

A aproximadamente 10.24 Km del punto de impacto, se encuentra la Laguna San Vicente, que debido a la distancia no resultó afectada por el derrame de Diésel, por lo tanto no se dio aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

##### Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 117 m<sup>2</sup>.

##### Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 117 m<sup>2</sup>.

#### 1.12.5. Hidrocarburos a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Diésel, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

### 1.12.6. Muestreo

#### Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el área total afectada la cual es de aproximadamente 117 m<sup>2</sup>. Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo fue aleatorio simple. Las muestras a tomar fueron simples.

#### Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, parámetros analizados y volumen.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TEN-SLP-24-01	0.30	HFM, HAP, H	<b>235</b>
DUPLICADO	MI-TEN-SLP-24-01-D	0.30		
2	MI-TEN-SLP-24-02	0.20		
3	MI-TEN-SLP-24-03	0.10		
4	MI-TEN-SLP-24-04	Superficial		
TESTIGO	MI-TEN-SLP-24-T	Superficial	PH, H	

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y a las condiciones del sitio en estudio, se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área afectada, adicional se tomó 01 (un) testigo fuera del área afectada, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual estuvo basadas tanto como en función de las Cartas de Edafología e Hidrológica de Aguas Subterráneas, las cuales indican presencia de textura limosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado\*\*\* y en las observaciones realizadas en campo.

\*\*\* Carta Edafología 1: 1 000 000 México. INEGI. México

Carta de Hidrología y Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI. México.

#### Plano georeferenciado.

Ver Anexo V del presente documento.

#### Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizó para efectuar el muestreo por parte del laboratorio fue:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón
- Espátula
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS
- Viales

#### Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependió del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

#### **1.12.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras**

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes a utilizar para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos eran nuevos, y se preservaron en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas.

Cada muestra fue sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y fue entregada para su análisis, todos los sellos contaron con el número o clave única de la muestra.

Todas las etiquetas llevaron la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

#### 1.12.8. Medidas y equipo de seguridad

El personal de laboratorio utilizó el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requirieron en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participó en la toma y manejo de las muestras.

#### 1.12.9. Aseguramiento de calidad del muestreo

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo utilizado en este muestreo fue lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras fueran recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicara los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas fueron de suma importancia. De forma general, los criterios que se tomaron en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizó son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas fueron apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

Lugar y fecha de elaboración: Mon  
Nombre y firma del responsable de la elaboración

Nombre y firma de  
persona física, artículo  
113 fracción I de la LFTAIP  
y 116 primer párrafo de la  
LGTAIP

### 1.13. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 03 de mayo de 2016, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) (*Ver Anexo III del presente documento*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- CC. Jorge Antonio Álvarez Hernández y Jose Antonio Tapia Godínez, Inspectores adscritos por la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).
- C. Arturo Olazarán Barrera, en representación de la empresa Trans-Energéticos, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. Juan Carlos Torres Hernández, quien fungió como testigo.
- C. Jesús Rolando Garza Barrón, por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras.

Lo ahí observado quedó plasmado en Acta de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1214-AI/2016 de fecha 03 de mayo de 2016 elaborada por personal de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) en cumplimiento de la Orden de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1214-OI/2016 de fecha 29 de abril de 2016 (*Anexo VI – Orden y Acta de Inspección*), además personal de ISALI, S.A. de C.V., plasmó las actividades realizadas en Bitácora de campo (*Anexo VII – Bitácora de campo – Muestreo inicial*) así como en memoria fotográfica (*Anexo VIII – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 04 (cuatro) más un (1) testigo, además de un (01) duplicado, esta información quedó registrada en la cadena de custodia (*Anexo IX – Cadena de custodia*) correspondiente, elaborada por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

La empresa Trans-Energéticos, S.A. de C.V., dio contestación al Acta de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1214-AI/2016 levantada el día del muestreo, ingresando escrito mediante correo certificado en fecha 10 de mayo de 2016 (*Anexo X – Contestación Acta de Inspección*).

#### 1.14. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Diésel) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), lo anterior en base a la composición del petroquímico. Y dado que estos resultados se deben reportar en base seca, se determinó el porcentaje de humedad, además se analizó el pH para la muestra testigo.

**EHS Labs de México, S.A. de C.V. (EHS Labs)** fue el encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio y el análisis químico a dichas muestras, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.<sup>15</sup> (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente como laboratorio de pruebas (*Anexo XI – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.2.

<b>Tabla No. 1.2. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAPs	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

Tal como lo indica el reporte emitido por el Laboratorio (*Anexo XII – Resultados de Laboratorio, Registro de suelos y Cromatogramas*).

La profundidad, características, ubicación geográfica y sitio de las muestras se describen a continuación en la Tabla No. 1.3.

<sup>15</sup> [www.ema.org.mx](http://www.ema.org.mx)

**Tabla No. 1.3. Profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas**

Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM	Sitio de toma de muestras
MI-TEN-SLP-24-01	0.30	Suelo limoso, color café oscuro, con muy poca humedad, sin aroma a Diésel	14Q 0313681 2426999	Área afectada
MI-TEN-SLP-24-01-D	0.30	Suelo limoso, color café oscuro, con muy poca humedad, sin aroma a Diésel	14Q 0313681 2426999	
MI-TEN-SLP-24-02	0.20	Suelo limoso, color café claro, con poca humedad, con un ligero aroma a Diésel	14Q 0313686 2427011	
MI-TEN-SLP-24-03	0.10	Suelo limoso, color café claro, con muy poca humedad, con aroma a Diésel	14Q 0313688 2426997	
MI-TEN-SLP-24-04	Superficial	Suelo limoso, color café claro, con muy poca humedad, con aroma a Diésel	14Q 0313689 2427000	
MI-TEN-SLP-24-T	Superficial	Suelo limoso, color café claro, con muy poca humedad, sin aroma a Diésel	14Q 0313685 2426980	Fuera del área afectada

\*Superficial 0 – 0.05 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.4.

**Tabla No. 1.4. Resultados de muestreo inicial**

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A <sup>16</sup>	B <sup>17</sup>	C <sup>18</sup>	D <sup>19</sup>	E <sup>20</sup>	F <sup>21</sup>
MI-TEN-SLP-24-01	<140.56	8.57	ANR <sup>22</sup>	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-01-D	<140.56	9.55	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-02	174.09	13.05	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-03	2964.95	8.64	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-04	10255.10	2.60	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-T	ANR	3.35	6.06	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR

### 1.14.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Diésel)<sup>23</sup>, se señalan en la Tabla No. 1.5

<sup>16</sup> Benzo [a] antraceno

<sup>17</sup> Benzo [b] fluoranteno

<sup>18</sup> Benzo [k] fluoranteno

<sup>19</sup> Benzo [a] pireno

<sup>20</sup> Indeno (1,2,3-cd) pireno

<sup>21</sup> Dibenzo (a,h) antraceno

<sup>22</sup> ANR – Análisis No Realizado

<sup>23</sup> Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

<b>Tabla No. 1.5. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media</b>		
<b>Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)</b>		
<b>Agrícola<sup>24</sup></b>	<b>Residencial<sup>25</sup></b>	<b>Industrial</b>
1 200	1 200	5 000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), se indican en la Tabla 1.6.

<b>Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo</b>			
<b>Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)</b>			
<b>HAPs</b>	<b>Agrícola<sup>26</sup></b>	<b>Residencial<sup>27</sup></b>	<b>Industrial</b>
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Benzo [a] pireno	2	2	10
Indeno (1,2,3-cd pireno)	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.4., 1.5. y 1.6., como se muestra en la siguiente tabla:

<b>Tabla No. 1.7. Tabla Comparativa</b>									
<b>Denominación</b>	<b>HFM (mg/Kg)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>pH (U)</b>	<b>HAPs (mg/Kg)</b>					
				<b>A<sup>28</sup></b>	<b>B<sup>29</sup></b>	<b>C<sup>30</sup></b>	<b>D<sup>31</sup></b>	<b>E<sup>32</sup></b>	<b>F<sup>33</sup></b>
MI-TEN-SLP-24-01	<140.56	8.57	ANR <sup>34</sup>	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-01-D	<140.56	9.55	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-02	174.09	13.05	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-03	<b>2964.95</b>	8.64	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-04	<b>10255.10</b>	2.60	ANR	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
MI-TEN-SLP-24-T	ANR	3.35	6.06	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR

<sup>24</sup> Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

<sup>25</sup> Incluye comercial

<sup>26</sup> Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

<sup>27</sup> Incluye comercial

<sup>28</sup> Benzo [a] antraceno

<sup>29</sup> Benzo [b] fluoranteno

<sup>30</sup> Benzo [k] fluoranteno

<sup>31</sup> Benzo [a] pireno

<sup>32</sup> Indeno (1,2,3-cd pireno)

<sup>33</sup> Dibenzo (a,h) antraceno

<sup>34</sup> ANR – Análisis No Realizado

Como se puede observar en la tabla anterior, el suelo dañado por el hidrocarburo presenta concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media), **superando** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **moderadamente ácido**<sup>35</sup>, por el valor del pH.

---

<sup>35</sup> Acorde a lo señalado en la NOM-021-RECNAT-2000





# INFORME DE RESULTADOS SUELOS TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.

## DATOS DEL SOLICITANTE

<b>Empresa:</b>	TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.
<b>Dirección:</b>	Libramiento Martínez Domínguez Km. 0.5 S/N, interior B, colonia Centro
<b>Entidad:</b>	Municipio de Cadereyta, Estado de Nuevo León.
<b>Atención:</b>	Nombre de persona física

## DATOS DEL MUESTREO

<b>Empresa responsable del muestreo:</b>	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
<b>Dirección:</b>	Matamoros 1441 Pte Col. Maria Luisa
<b>Nombre del sitio de muestreo:</b>	TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.
<b>Ubicación del sitio de muestreo:</b>	Km. 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán - San Luis Potosí, Municipio de San Luis Potosí, Estado de San Luis Potosí.
<b>Fecha de muestreo:</b>	2016-05-03
<b>Número de muestras en estudio:</b>	06
<b>Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):</b>	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 8410

## DATOS DE CONTROL

<b>Identificación del cliente:</b> <i>Numero de Siniestro: D0368616</i>	<b>Fecha de recepción de las muestras:</b> 2016-05-04
	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 2016-05-04
<b>Identificación EHS Labs:</b> 81615	<b>Fecha termino de análisis:</b> 2016-06-10
	<b>Descripción física de las muestras:</b> 06 muestras matriz suelo
<b>Empresa responsable del análisis:</b>	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
<b>Dirección:</b>	Matamoros 1441 Pte Col. María Luisa

Artículo 113 fracción I de la LFTAI y 116 primer párrafo de la LGTAIP



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS**  
**TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**

**RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3439  
 Fecha de Recepción: 2016-05-04  
 Fecha de muestreo: 2016-05-03  
 Folio de cadena de Custodia: 8410  
 Parámetro: HUMEDAD EN SUELO (Acreditado)  
 Método analítico ANEXO AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (%)	U (%)	Fecha de análisis	Analista
MI-TEN-SLP-24-01	81615-1	8.57	6.00	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-01-D	81615-2	9.55	6.00	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-02	81615-3	13.05	6.00	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-03	81615-4	8.64	6.00	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-04	81615-5	2.60	6.00	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-T	81615-6	3.35	6.00	2016-05-16	LB

*Nota: El % de humedad es calculado con una formula diferente a la norma ya que la ecuación mencionada se encuentra errónea.*



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3439  
 Fecha de Recepción: 2016-05-04  
 Fecha de muestreo: 2016-05-03  
 Folio de cadena de Custodia: 8410  
 Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)  
 Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kgBS)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kgBS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-TEN-SLP-24-01	81615-1	<140.56	140.56	62.10	2016-05-13	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-01-D	81615-2	<140.56	140.56	62.10	2016-05-13	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-02	81615-3	174.09	140.56	62.10	2016-05-13	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-03	81615-4	2964.95	140.56	62.10	2016-05-13	2016-05-16	LB
MI-TEN-SLP-24-04	81615-5	10255.10	140.56	62.10	2016-05-13	2016-05-16	LB



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS**  
**TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3439  
 Fecha de Recepción: 2016-05-04  
 Fecha de muestreo: 2016-05-03  
 Folio de cadena de Custodia: 8410  
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SUELOS (Acreditado)  
 Método analítico: NMX-AA-146-SCFI-2008  
 Fecha de extracción: 2016-05-13  
 Fecha de análisis: 2016-05-17  
 Analista: OG

Cliente	MI-TEN-SLP-24-01	MI-TEN-SLP-24-01-D	MI-TEN-SLP-24-02	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81615-1	81615-2	81615-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Benzo(a) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0.23	0.12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.12

Cliente	MI-TEN-SLP-24-03	MI-TEN-SLP-24-04	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81615-4	81615-5		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	<0.24	0.24	0.13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	0.24	0.11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Benzo(a) pireno	<0.23	<0.23	0.23	0.12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	<0.27	0.27	0.12



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS**  
**TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3439  
Fecha de Recepción: 2016-05-04  
Fecha de muestreo: 2016-05-03  
Folio de cadena de Custodia: 8410  
Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)  
Método analítico NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (U de pH)	U (U de pH)	Fecha de análisis	Analista
MI-TEN-SLP-24-T	81615-6	8.67	0.12	2016-05-05	AY

Este informe no podrá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización previa de EHS LABS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.  
Acreditación: R-0062-006/12



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS**  
**TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**

Comentarios:  
Ninguno.

Nombre y firma de persona física,  
artículo 113 fracción I de la  
LFTAIP y 116 primer párrafo de la  
LGTAIP

Signatario Acreditado

Artículo 113 fracción I de la  
LFTAIP y 116 primer párrafo  
de la LGTAIP

Signatario Acreditado

**SIMBOLOGÍA:**

LC	Límite de Cuantificación, concentración mínima del analito que puede determinarse con un nivel de confianza predeterminado en condiciones rutinarias de operación.
<LC	Menor al Límite de Cuantificación.
%U	Porcentaje de incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. Para su aplicación, la incertidumbre se divide entre 100 y se multiplica por el resultado reportado, el valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.
mg/kg BS	Concentración expresada en miligramos por kilogramo en Base Seca.

### 3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

#### 3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

**ISALI, S.A. de C.V.** fue designada como responsable técnico de la remediación (RTR) mediante escrito (*Anexo XIII – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes<sup>36</sup>:

- a) Razón social: ISALI, S.A. de C.V.
- b) Domicilio: León Guzmán 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León.  
C.P. 64700
- c) Registro Federal de Causantes (R.F.C.): ISA 080822 QS1
- d) Número de Registro Ambiental (NRA): ISABB1903911
- e) No. de autorización para el tratamiento de suelos contaminados: 19-V-57-09 (*Anexo XIV - Autorización ISALI, S.A. de C.V.*).
- f) Fecha de expedición: 29 de junio del 2009
- g) Número de oficio: DGGIMAR.710/005172
- h) Vigencia: Diez años a partir de la fecha de expedición

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

- **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**
- **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**

En ocasiones y en función de varios factores, se puede seleccionar el envío a disposición final con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

---

<sup>36</sup> Ver tabla No. 3.1, Vinculación jurídica, Asignación de Responsable Técnico. Se cumple con la fracción II del artículo 137 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

## 3.2. MARCO TEÓRICO

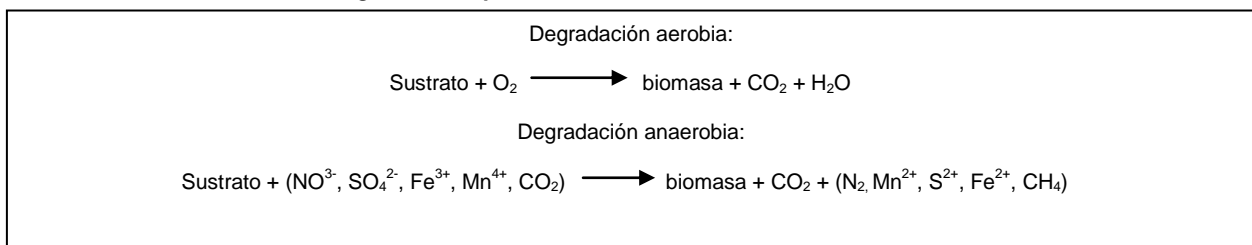
### 3.2.1. Remediación de suelos contaminados

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas<sup>37</sup>. La legislación federal la define como "...conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos<sup>38</sup> ...".

Para la remediación de los sitios contaminados se utilizan diferentes técnicas que incluyen métodos físicos (lavado de suelos, separación física, desorción térmica, incineración, inmovilización, venteo, entre otras), químicos (oxidación con diversas sustancias químicas) y/o biológicos (bioventeo, bioaumentación, composteo, biolabranza, fitorremediación, entre otras)

Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, la tecnología usada en la actualidad es la biorremediación. Las medidas biocorrectoras o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio (presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (presencia de un medio reductor)<sup>39</sup>. En la figura No. 3.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

**Figura 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación**



<sup>37</sup> Volke, T.; Velasco, J.A.; de la Rosa, D.A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Capítulo cuarto. 1a Edición. México. Pp. 57-115.

<sup>38</sup> Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

<sup>39</sup> Maroto, M.E.; Rogel, J.M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental. Pp. 297-305.

Una clasificación general las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde estas se realizan, es la siguiente<sup>40</sup>.

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación. La técnica de biorremediación por Landfarming autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es de este tipo.
- *Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (*on site*) o fuera de él (*off site*). La técnica de biorremediación por Landfarming a un lado del sitio autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es del tipo *ex situ on site*.

---

<sup>40</sup> Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

### 3.3. SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE REMEDIACIÓN

#### 3.3.1. Criterios de selección

En base a la metodología interna de ISALI, S.A. de C.V. para seleccionar una u otra técnica de remediación, se tiene que **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones encontradas en el suelo de Hidrocarburos Fracción Media (HFM).
- La cantidad derramada del contaminante (Diésel) de aproximadamente 600 L.
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc.).
- Las características y composición del hidrocarburo derramado, observándose una infiltración baja media en el subsuelo en base a los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en el sitio.
- El clima seco y semiseco del sitio que oscila entre los 21 – 27 °C.
- La humedad relativa de las muestras, las cuales se encuentran aproximadamente en un 9% en comparación con la muestra testigo misma que muestra un valor de 3% de humedad.
- El suelo natural dañado se encuentra en derecho de vía de la Carretera Federal 57.
- La profundidad a la cual se proyecta que se encontrarán concentraciones menores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, es de 0.20 m.

### 3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, entre otros, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área dañada (contaminada) la cual es de 117 m<sup>2</sup>, resultando un volumen de 23.4 m<sup>3</sup> de suelo dañado (contaminado) con Diésel:

Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con apoyo de maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, lo cual aportará al sistema ayuda mecánica para la homogenización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de las fases de tratamiento del suelo natural contaminado con Diésel será la labranza manual y mecánica del suelo contaminado, aplicación de microorganismos, nutrientes, hidratación, aireación; cuidando los factores de humedad, temperatura y pH del suelo en tratamiento. Mediante ayuda de bombas mecánicas autocebantes se dosificará en fase acuosa los microorganismos previamente bioaumentados por reflujo, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta manual utilizando un tanque pipa se hidratará la zona en tratamiento y por último, manual y mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizarán dentro de la zona en tratamiento directamente sobre el material edáfico contaminado, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

<b>Tabla No. 3.1. Insumos</b>
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) <sup>41</sup>
Fertilizante (NPK) <sup>42</sup> con urea
Materia orgánica
Agua

<sup>41</sup> Solibac IP Soil®

<sup>42</sup> Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

### 3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Diésel) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, y de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1 100 000 México INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se señaló que el tipo de suelo del sitio presenta **matorral crasicaule**, mismo que de acuerdo a lo observado en campo, en el sitio se observan especies de matorrales desérticos micrófilos y nopaleras, lo cual en términos de la Norma citada es un tipo de suelo **Agrícola**.

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza<sup>43</sup>**

Parámetro	HFM	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Indeno(1,2,3- cd) pireno
LMP <sup>44</sup>	1 200	2	2	2	2	8	2

Estos valores serán los límites de limpieza a las cuales se llevará el suelo a remediar. Para que el sitio se considere como remediado, las concentraciones de las muestras que se tomen al final del proceso de remediación en presencia de la autoridad ambiental competente, deben ser igual o menor a estos valores.

### 3.6. USO FUTURO DEL SITIO REMEDIADO

El volumen de suelo será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado, ya que la técnica a utilizar será *in-situ*, la ubicación del suelo no será modificada, por lo que una vez que se cumplan con Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y los HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se asegurará la funcionalidad de éste conservando su uso de suelo **Agrícola**, en el derecho de vía de la Carretera Federal 57.

<sup>43</sup> Concentración expresada en mg /Kg

<sup>44</sup> Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

### 3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, podrán iniciarse posterior a la entrega del Programa de Remediación ante esa H. Dirección, plasmando en el mismo documento la fecha del inicio de trabajos, con el fin de que la autoridad ambiental competente dé fe de ello, presentando copia del ingreso del Programa de Remediación (PR) que nos ocupa.

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto (*Anexo XV – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*), mismo que será vigilado por personal de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

1. Entre cada una de las fases habrá un periodo de tres semanas, esto tiene como objeto que el proceso de biorremediación se lleve a cabo y los microorganismos degraden el contaminante.
2. Los monitoreos intermedios se realizarán como se describe en el *Anexo XVI* del presente Programa de Remediación.
3. Una vez que los monitoreos intermedios arrojen concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a programar la toma de muestras finales comprobatorias en presencia de la autoridad ambiental competente, y de acuerdo a la disponibilidad de los laboratorios de prueba.
4. En caso de que los resultados que arroje el análisis de las muestras tomadas en el Muestreo Final Comprobatorio superen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Norma, se volverá al proceso descrito en las fases hasta que se alcancen los resultados deseados.
5. Una vez que las concentraciones de hidrocarburos se lleven por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a solicitar la resolución del sitio a la autoridad ambiental competente.
6. Los trabajos finales (restablecer las condiciones originales del sitio) estarán en función de la fecha de emisión de la Aprobación de la Conclusión del Programa de Remediación por parte de esa H. Dirección.

Los residuos generados en esta etapa serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.

**Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)**

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación							
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING EN EL SITIO CONTAMINADO					
		Semana					
		1	2	5	9	13	17
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio	■					
	Limpieza de área de tratamiento	■					
	Acondicionamiento de área de tratamiento	■					
	Remoción del material		■				
	Aireación		■				
	Aplicación de nutrientes		■				
	Homogenización		■				
	Hidratación		■				
	Homogenización		■				
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)		■				
	Homogenización		■				
	Aireación		■				
II	Remoción del material			■			
	Aireación			■			
	Aplicación de nutrientes			■			
	Homogenización			■			
	Hidratación			■			
	Homogenización			■			
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)			■			
	Homogenización			■			
	Aireación			■			
M-I	Monitoreo intermedio			■			
III	Remoción del material				■		
	Aireación				■		
	Aplicación de nutrientes				■		
	Homogenización				■		
	Hidratación				■		
	Homogenización				■		
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)				■		
	Homogenización				■		
Aireación				■			
IV	Remoción del material					■	
	Aireación					■	
	Aplicación de nutrientes					■	
	Homogenización					■	
	Hidratación					■	
	Homogenización					■	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					■	
	Homogenización					■	
Aireación					■		
M-II	Monitoreo intermedio					■	
V	Remoción del material						■
	Aireación						■
	Aplicación de nutrientes						■
	Homogenización						■
	Hidratación						■
	Homogenización						■
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						■
	Homogenización						■
Aireación						■	
M-III	Monitoreo intermedio						■

**Fotográfico – Muestreo Inicial (1/1)**



1.- Sitio de muestreo en el Km 172 + 700 de la Carretera Federal 57, tramo San Juan Capistrán – San Luis Potosí, municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí.



2.- Se tomaron muestras con hand auger de acero inoxidable a una profundidad de 0.30 m.



3.- El equipo fue lavado en cada toma de muestras con agua destilada y jabón libre de fosfatos.



4.- En el sitio estuvieron presentes inspectores adscritos a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).



5.- Toma de muestra con cucharón a una profundidad superficial.



6.- Las muestras se envasaron en sus respectivos frascos de vidrio con ayuda de espátulas.



### VISTA EN PLANTA



### PLANO ISOMÉTRICO DE CONCENTRACIONES

Parcela	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Superficie (ha)
1	10000	1.00	10000	1.00	10000	1.00	10000	1.00	10000	1.00
2	20000	2.00	20000	2.00	20000	2.00	20000	2.00	20000	2.00
3	30000	3.00	30000	3.00	30000	3.00	30000	3.00	30000	3.00
4	40000	4.00	40000	4.00	40000	4.00	40000	4.00	40000	4.00
5	50000	5.00	50000	5.00	50000	5.00	50000	5.00	50000	5.00

### SIMBOLOGÍA

- ÁREA DE ASESORÍA
- ESTRADA
- FRONTERA DE LA COMUNIDAD
- FRONTERA DE LA PARCELA



Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Nombre de persona física

Nombre Domicilio, Teléfono y correo electrónico de persona física, Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

### LOCALIZACIÓN



DIESEL