



INTEGRACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES & LIMPIEZA INDUSTRIAL

PROGRAMA DE REMEDIACIÓN CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.

Sin. D1848516

Derrame de aproximadamente 10,000 L de Diésel, en el Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.



“Profesionales y éticos...para su tranquilidad”

Monterrey, Nuevo León, febrero de 2018

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.....	1
1.1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME.....	2
1.2.1. Derrame y diligencias	2
1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN.....	3
1.4. LABORES DE EMERGENCIA.....	4
1.4.1. Señalización.....	4
1.4.2. Construcción de la barrera de contención.....	4
1.4.3. Traspase del producto.....	5
1.5. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA.....	6
1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE GUAYMAS.....	8
1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME.....	9
1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL.....	12
1.9. USO DE SUELO.....	13
1.10. EDAFOLOGÍA.....	15
1.11. CLIMA.....	17
1.12. HIDROLOGÍA.....	17
1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	19
1.13.1. Localización del área dañada.....	20
1.13.2. Cuadro de muestreo.....	20
1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante.....	20
1.13.4. Cuadro de construcción	20
1.13.5. Tira marginal.....	20
1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL.....	21
1.14.1. Objetivo.....	21
1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución.....	21

1.14.3.	Personal involucrado y sus responsabilidades.....	21
1.14.4.	Sitio de muestreo.....	22
1.14.5.	Hidrocarburos a analizar.....	22
1.14.6.	Muestreo.....	23
1.14.7.	Recipientes, preservación y transporte de muestras.....	24
1.14.8.	Medidas y equipo de seguridad.....	25
1.14.9.	Aseguramiento de calidad del muestreo.....	25
1.15.	PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL.....	26
1.16.	RESULTADOS DE LABORATORIO.....	27
1.16.1.	Análisis de resultados.....	29
1.17.	CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN.....	31
2.	DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	32

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. (ISALI)** e informa sobre las actividades desarrolladas, las labores de emergencia, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo contaminado con hidrocarburos, debido al derrame de **Diésel** manifestándose la cantidad de **aproximadamente 10,000 L**. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.**, ocurrido el 25 de agosto de 2016 en el **Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora**.

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 éste se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, las labores de emergencia, 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 indica que las muestras tomadas en el área contaminada (**143.8 m²**) del sitio del derrame, misma que fue sometida a labores de emergencia, 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 total de 195.44 m³** de suelo contaminado con **Diésel** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **25 semanas**.

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

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 25 de agosto de 2016 en el **Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora** (*Anexo I – Dictamen Técnico de Hechos de Tránsito 038/16*). En el sitio se derramó **Diésel** (*Anexo II – Documento de Embarque por Autotanque*) manifestándose la cantidad derramada de aproximadamente 10,000 L.

La empresa **CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.**, dio aviso formal del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) mediante envío de escrito por correo certificado el día 29 de agosto de 2016, conteniendo como anexos el formato del Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo III – Acuse de Aviso de Derrame*).

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 **CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.** cuya actividad es el servicio de transporte especializado de productos refinados del petróleo y carga general a nivel nacional. Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: Cesar Manzanares Macías

- Domicilio para oír y recibir notificaciones: [REDACTED]

- RFC: [REDACTED]

- Correo: [REDACTED]

- Página web: www.caessa.com.mx

DIRECCIÓN, RFC, TELÉFONO, Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

1.4. LABORES DE EMERGENCIA

Acorde a lo establecido en el artículo 130 fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que a la letra dice:

Artículo 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

- I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;*
- II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;*
- III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto a las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y*
- IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.*

En el sitio se llevaron a cabo diversas actividades, con el objetivo de contener el derrame de Diésel y la afectación del mismo. A continuación se enlistan dichas actividades y las observaciones obtenidas en campo durante las labores de emergencia:

1.4.1. Señalización

- Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el lugar del siniestro.
- El sitio fue debidamente señalizado con conos naranja delimitando el área de trabajo.

1.4.2. Construcción de la barrera de contención

- Con apoyo de recurso humano equipado con picos y palas, se llevó a cabo la delimitación del área contigua al predio particular para construir la barrera de contención en dicha parte del área afectada, misma que se cubrió con una película de polietileno de alta densidad, para mitigar el desplazamiento horizontal del mismo.

Estos trabajos se plasmaron en exposiciones digitales tomadas por personal de ISALI, S.A. de C.V. (Anexo V – Fotográfico – Labores de Emergencia).

1.4.3. Traslado del producto

- Como medida de contención del derrame se realizó el traslado del producto (Diésel) a otra unidad propiedad de la empresa CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V. y que fue descargada en la TAD de Chihuahua (*Anexo VI – Acta Constancia PEMEX*).

Es importante mencionar que durante la emergencia ambiental suscitada en el sitio estuvo presente personal de Bomberos de la Central Norte de Guaymas para tratar de controlar la fuga.

1.5. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA

Con el objetivo de predelimitar el área a muestrear se realizó un sondeo en campo, analizando las muestras con equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, sumando a esto el conocimiento y la experiencia técnica de nuestro personal, así como las características del suelo en estudio (limoso con presencia de abundante roca de diversos tamaños observándose una infiltración alta y material no consolidado).

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el sondeo mencionado anteriormente, así como el croquis del sitio en estudio.

Tabla 1.1. Resultados de Sondeo								
Puntos de sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Peso (g)	Hora	Lectura (ppm)	Sitio de toma de muestra	Factor de Respuesta	Comentarios
1	S-01	0.30	10.10	8:20	>1200	Área Afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm) Fuera de Norma (>1200 ppm)
	S-02	0.60	10.00	8:44	>1200		5	
	S-03	0.90	9.9.	9:03	>1200		5	
	S-04	1.20	10.10	9:26	<1200		5	
2	S-05	0.30	9.90	9:48	>1200		5	
	S-06	0.60	9.90	10:10	>1200		5	
	S-07	0.90	10.10	10:22	>1200		5	
	S-08	1.20	9.90	10:48	<1200		5	
3	S-09	0.50	9.90	11:00	>1200		5	
	S-10	1.00	10.00	11:21	>1200		5	
	S-11	1.50	10.10	11:45	>1200		5	
	S-12	2.00	9.90	11:59	>1200		5	
	S-13	2.50	9.90	12:20	<1200		5	
4	S-14	0.30	10.10	12:45	>1200		5	
	S-15	0.60	10.10	13:02	>1200		5	
	S-16	0.90	9.90	13:20	>1200		5	
	S-17	1.20	9.90	13:43	<1200		5	
5	S-18	0.30	10.10	14:04	>1200		5	
	S-19	0.60	9.90	14:22	>1200		5	
	S-20	0.90	10.00	14:53	>1200		5	
	S-21	1.20	10.00	15:05	<1200		5	
6	S-22	0.40	9.90	15:22	<1200	Periferia del Área Afectada	5	
7	S-23	0.60	10.10	15:46	<1200		5	
8	S-24	0.30	9.90	15:58	<1200		5	
9	S-25	0.90	10.10	16:14	<1200		5	
10	S-26	0.20	10.0	16:32	<1200		5	
11	S-27	Superficial	10.0	16:57	<1200		5	
12	S-28	Superficial	9.90	17:13	<1200		5	

*Superficial 0 – 0.10 m

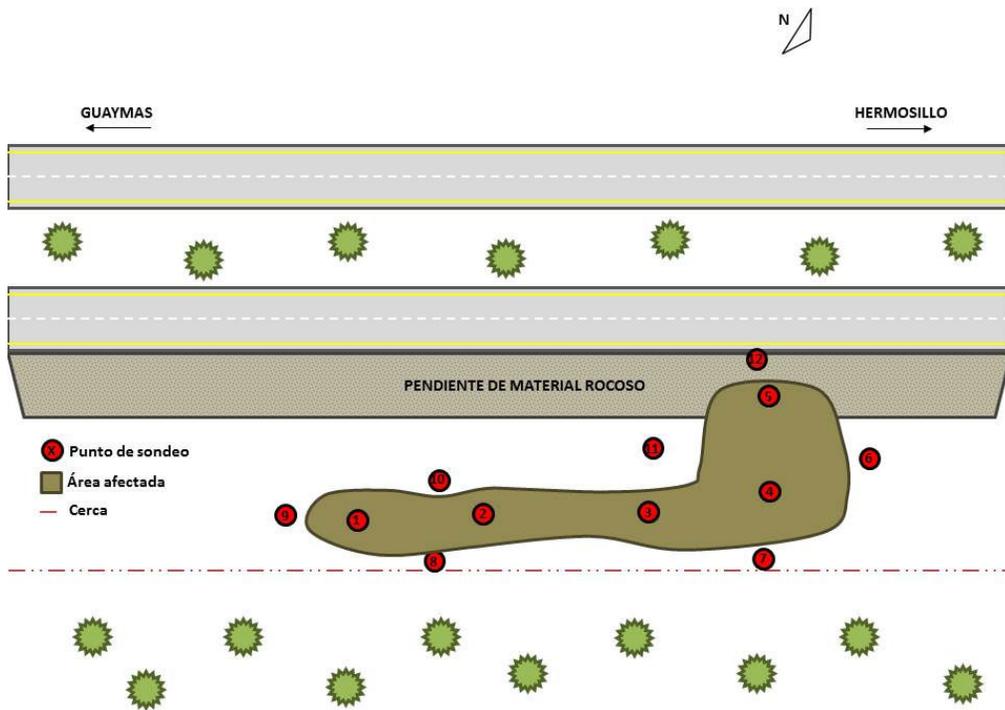


Figura Ilustrativa No. 1.1. Ubicación de puntos de sondeo.

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE GUAYMAS¹

El municipio de Guaymas se localiza al Suroeste del estado de Sonora, en el paralelo 57° 56' de Latitud Norte y el meridiano 111° 52' de Longitud Oeste de Greenwich, a una altura 15 msnm.

Colinda al Norte con el municipio de La Colorada, al Este con el municipio de Suaqui Grande, Cajeme y Bécum, al Noreste con el municipio de Hermosillo y al Suroeste con el Golfo de California, este último en una longitud de litoral de 175 Km. Abarca una superficie de 12,206.18 Km², que representa un 6.58% de la superficie total del estado.

Posee una superficie de 7,987.23 Km², que representa el 6.58% del total estatal y el 0.62% en relación al nacional; las localidades más importantes, además de la cabecera, son: Bahía San Carlos, pueblo Vícam, San Ignacio Río Muerto, Pótam, Bahía de Los Lobos y Ortíz.

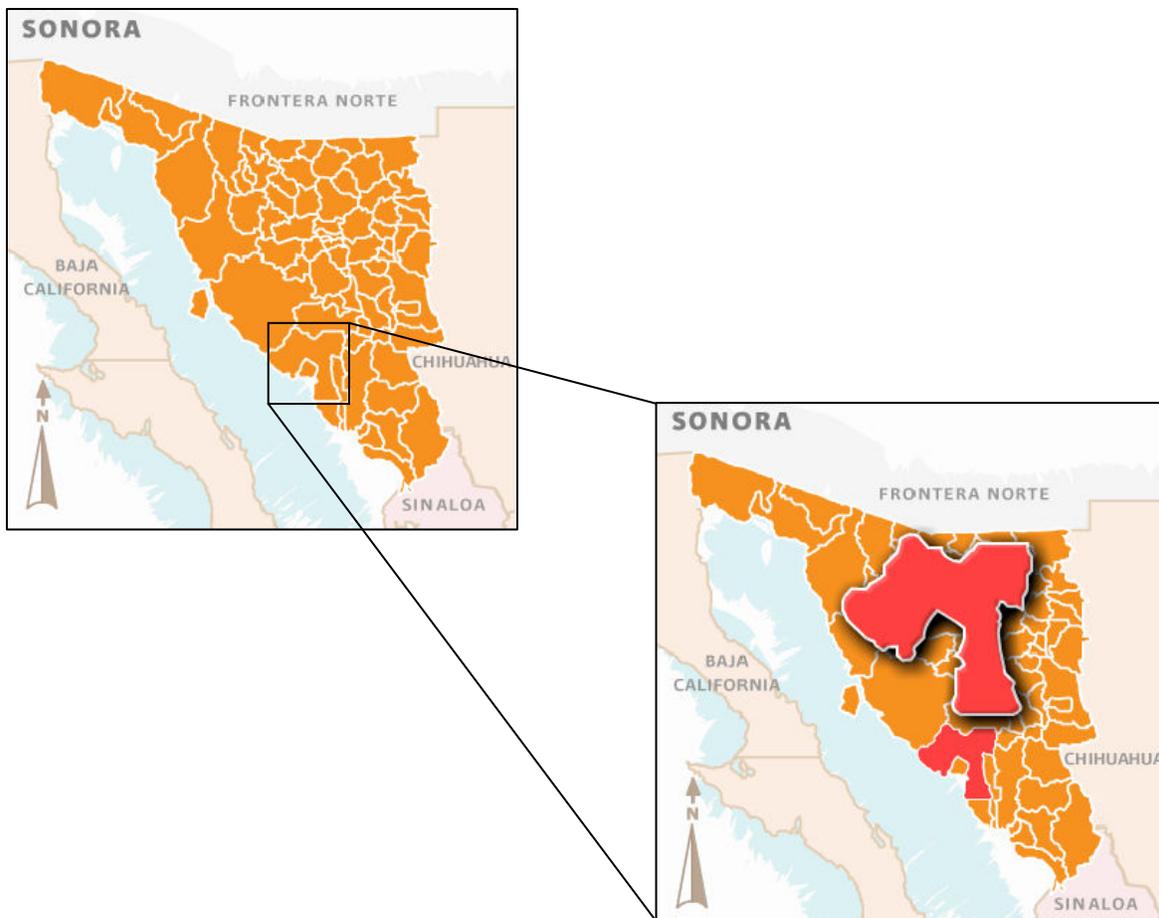


Figura Ilustrativa No. 1.2. Ubicación del municipio de Guaymas.

¹ Enciclopedia de los Municipios de México <http://www.inafed.qob.mx>

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa **CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.** En el sitio se derramaron aproximadamente 10,000 L de Diésel, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.2.

Tabla No. 1.2. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de Impacto)	
Latitud Norte	Longitud Oeste
28° 10' 27.76"	110° 59' 23.02"
UTM²	
12R 0501009 3116519	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, el cual tiene un uso de suelo Agrícola. En los alrededores del sitio se observa vegetación típica de la región como matorral subierme, encontrando en su mayoría especies de cactáceas columnares.

Asimismo resulta importante mencionar que se ejecutaron labores de emergencia en el sitio, tal y como se describe en la Sección 1.4. del presente documento, evitando con ello la afectación a suelo natural perteneciente al predio particular contiguo al área afectada.

De acuerdo a la cartografía del sitio, así como las curvas de nivel y la topografía del mismo, el área afectada está comprendida dentro de la Llanura Costera del Pacífico, la cual se caracteriza por tener un relieve casi plano, en donde el contaminante se desplazó horizontalmente hacia el Norte y Sureste, afectando suelo natural en el derecho de vía, para después infiltrarse de manera vertical, concentrándose mayormente en el suelo natural aledaño al punto de impacto con dirección al Sureste, en donde el autotanque accidentado quedó paralelo al eje de la vía goteando el Diésel en dicha zona, tal como se observa en los resultados obtenidos del muestreo inicial, específicamente en las muestras MI-CAE-GUA-26-04 y MI-CAE-GUA-26-05 (*Ver Sección 1.16. y Anexo I del presente documento*).

Asimismo, es importante considerar que de acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), el suelo presente en la zona es de tipo limoso, lo cual concuerda con lo observado por personal de campo durante la ejecución de las labores de emergencia en el sitio, donde también se observó presencia de abundante piedra de diversos tamaños, así como un color amarillo 2.5Y7/6 según el sistema de notación Munsell. El

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

sitio en estudio presenta una infiltración alta (alrededor de 1.20 – 2.20 m) con material no consolidado, además el sitio presentó una humedad general de 7.70% en el área afectada de acuerdo con los resultados del Muestreo Inicial.

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 30 Km de la cabecera municipal de Guaymas. Aproximadamente a 100 Km se encuentra la cabecera municipal del municipio de Hermosillo.

Cabe señalar que no resultó afectado ningún cuerpo de agua, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La ubicación local del sitio de derrame se ilustra en la Figura Ilustrativa No. 1.3.³

³ Carta Topográfica 1: 1 000 000 Hermosillo. INEGI. México.

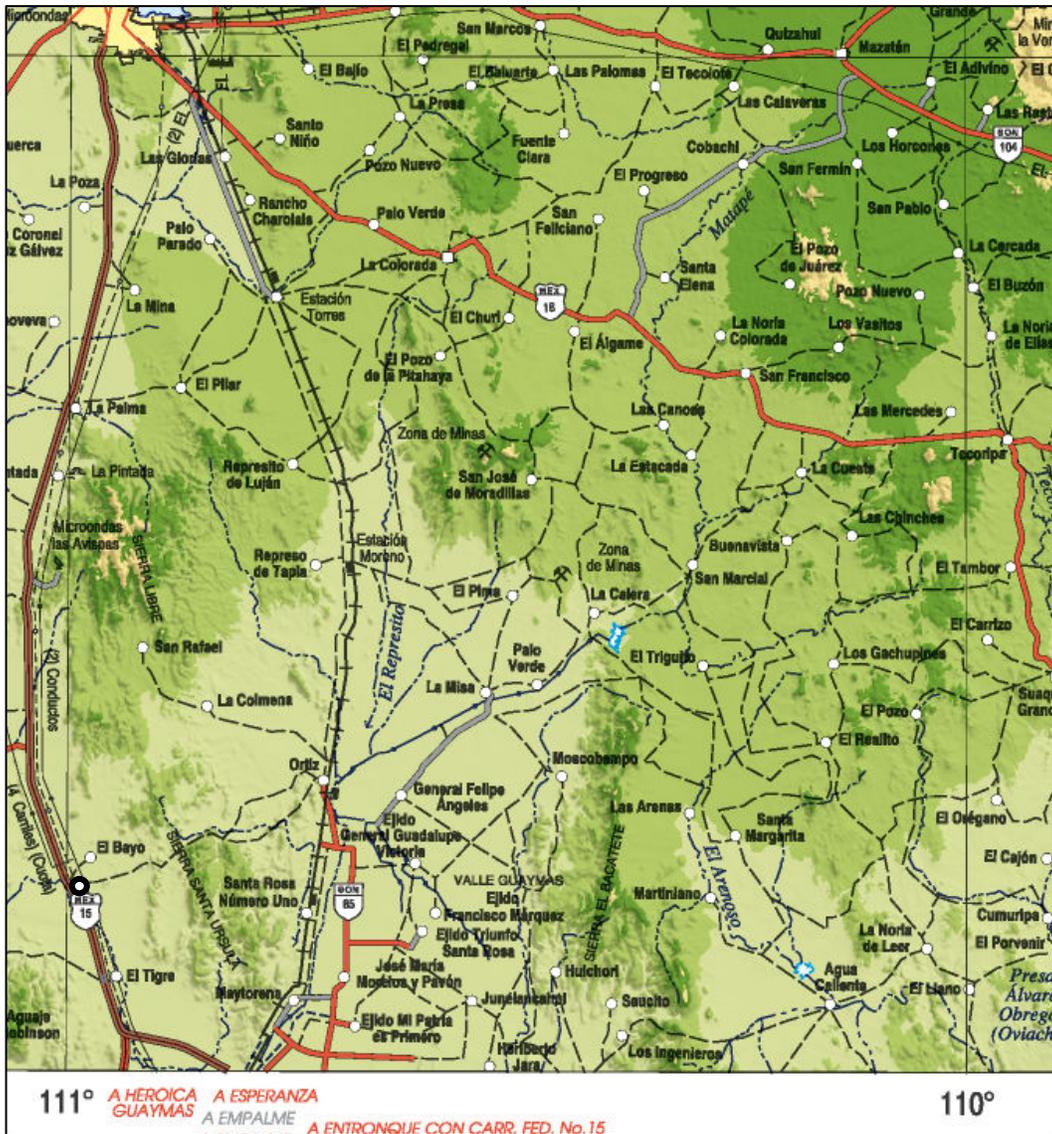


Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 12R 0501009 3116519

1.8. 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 mmHg.

Al igual que el petróleo crudo, el Diesel, 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 12. Dentro de los compuestos cíclicos que contiene el diésel se encuentran los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs).

Los Hidrocarburos Aromáticos 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.

1.9. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **matorral subinerme**, mismo que se refiere al tipo de comunidad compuesta por plantas espinosas e inermes cuya proporción de unas y otras es mayor de 30% y menor de 70%⁴.

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 Cd. Obregón - Hermosillo, por otro lado, el suelo dañado producto del derrame del hidrocarburo tiene un **uso de suelo Agrícola** de tipo **matorral subinerme**.

⁴ Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI. México.

1.10. EDAFOLOGÍA⁵

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

Re + Rc + I / 2

Suelo predominante: Re – Regosol eutrico

Suelo secundario: Rc – Regosol calcarico

Suelo terciario: I – Litosol

Textura del suelo⁶: 2 – Media (Limosa)

Fase física⁷: Petrocalcica

Fase química⁸: Sin fase química

El término **Regosol** deriva del vocablo griego "*rhegos*" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas. El tipo **Regosol eutrico** es rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), dentro de 50 cm de profundidad. El **Regosol calcarico** se encuentra enriquecido con carbonatos (Cal), menor al 15%, al menos en alguna parte entre 50 cm de profundidad.

El **Litosol** es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm., tienen características muy variables; según el material que los forma, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentren, pudiendo ser desde moderada a alta. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y algunos terrenos planos.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa⁹), cuyo contenido de arcilla es de entre 0 y 12%, limo entre 80 y 100% y arena entre 0 y 20%. Presenta fase física petrocálcica¹⁰. No presenta fase química.

Sin embargo y de acuerdo con personal de campo, en el sitio existe una presencia de suelo de tipo limoso de color amarillo 2.5Y7/6, con una infiltración alta, sin materia orgánica y presencia de abundantes rocas de diferentes tamaños.

⁵ Carta Edafología 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI. México.

⁶ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

⁷ Característica de suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

⁸ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

⁹ Tamaño de partícula: Entre 0.2 mm y 0.002 mm.

¹⁰ Capa fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 cm de profundidad.

1.11. CLIMA

El clima del municipio de Guaymas cuenta con un clima seco muy cálido, con una temperatura máxima mensual de 31°C en los meses de julio y agosto y una temperatura media mínima mensual de 18°C en los meses de enero y febrero, la temperatura media anual es de 19°C¹¹.

1.12. HIDROGRAFÍA

La hidrografía del municipio de Guaymas está compuesta por el Río Mátape el cual recorre el municipio en dirección Noreste Sur y el Bácum los cuales vierten sus aguas en el estero de los algodones en el Golfo de California.

Tal como se mencionó anteriormente, ningún cuerpo de agua superficial ni subterráneo resultó afectado por el derrame de Diésel, por lo que **se descarta dar aviso** a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Hermosillo del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de material no consolidado con posibilidades de infiltración media - alta, sin embargo lo observado en campo durante las visitas realizadas al sitio, este presenta una **infiltración alta y material no consolidado** (Ver Figura Ilustrativa 1.6.).

¹¹ Enciclopedia de los Municipios de México www.inafed.gob.mx

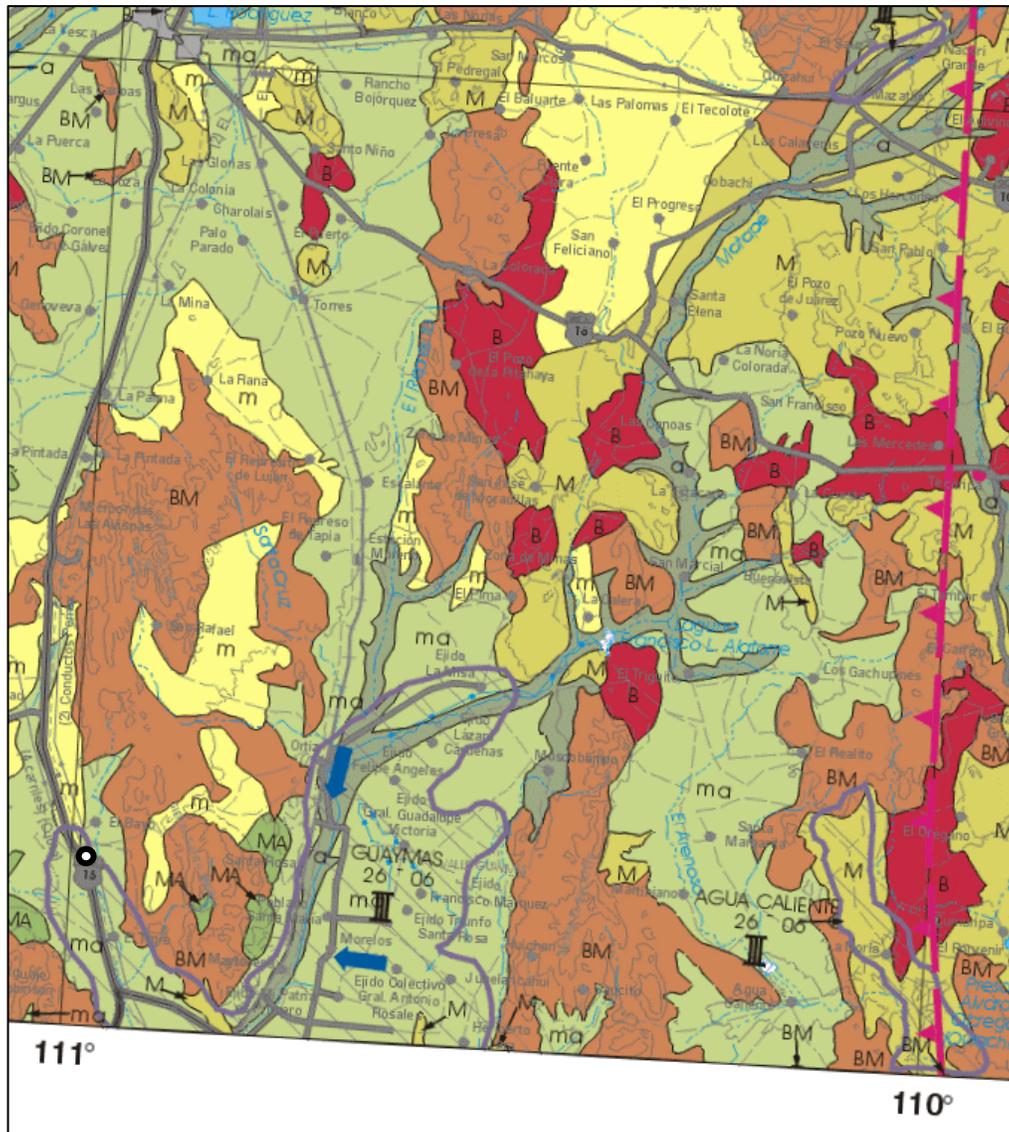


Figura Ilustrativa No. 1.6. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

● 12R 0501009 3116519

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio dañado, 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 afectado es fundamental, del cual podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 28° 10' 27.76" Latitud Norte y 110° 59' 23.02" Longitud Oeste (12R 0501009 3116519), pertenecientes al **Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie total afectada del suelo natural con un **área contaminada de 143.8 m² (0.01438 ha)**, la cual se estableció en base a los sondeos realizados en el sitio (*Ver Sección 1.5 del presente documento*) y a los resultados obtenidos en el muestreo inicial llevado en el sitio en estudio (*Ver Sección 1.16 del presente documento*).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹²), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Norte y Sureste.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. [REDACTED] quien tiene experiencia en Topografía. La información obtenida en el LT en campo, es procesada en gabinete mediante el software denominado Auto CAD, para así obtener el plano correspondiente.

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

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

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

¹² 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.

1.13.1. Localización del área dañada

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 y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Predios particulares.
- Puntos de muestreo.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).

1.13.2. 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.

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante

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

1.13.4. Cuadro de construcción

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

1.13.5. 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
- Firma

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.14.1. 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.

1.14.2. 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	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	25 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	30 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	45 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	45 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 aproximado 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.

1.14.3. 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 CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.:** Fungir como representante y primer interesado en 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 aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio afectado, éste presenta un suelo de textura limosa, lo cual corresponde a lo observado en campo donde también se observó presencia de abundante roca de diversos tamaños. En los alrededores del sitio se observa vegetación de tipo matorral subinerme, así como un predio particular contiguo al sitio de derrame. Es importante mencionar que en el sitio en estudio se realizaron labores de emergencia las cuales consistieron en contener la migración del hidrocarburo de forma horizontal evitando la afectación al predio mencionado anteriormente.

El punto de impacto se encuentra sobre el derecho de vía de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, por la cual el producto derramado se desplazó hacia el Norte y Sureste.

No se encuentran cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cercanos al sitio, por lo tanto se descartó dar aviso a la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 30 Km de la cabecera municipal de Guaymas. Aproximadamente a 100 Km se encuentra la cabecera municipal del municipio de Hermosillo.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 143.8 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 143.8 m².

1.14.5. 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

1.14.6. Muestreo

Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se contó con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el área total afectada la cual es de aproximadamente 143.8 m². Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras tomadas fueron simples. El tipo de muestreo fue aleatorio simple.

Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, parámetros analizados, volumen, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-CAE-GUA-26-01	0.60	HFM, HAP, H	235
	MI-CAE-GUA-26-02	1.20		
DUPLICADO	MI-CAE-GUA-26-02-D	1.20		
2	MI-CAE-GUA-26-03	0.30		
3	MI-CAE-GUA-26-04	1.90		
	MI-CAE-GUA-26-05	2.20		
4	MI-CAE-GUA-26-06	0.50		
5	MI-CAE-GUA-26-07	Superficial		
6	MI-CAE-GUA-26-08	0.60		
7	MI-CAE-GUA-26-09	0.40		
8	MI-CAE-GUA-26-10	1.00		
9	MI-CAE-GUA-26-11	0.30		
10	MI-CAE-GUA-26-12	Superficial		
TESTIGO	MI-CAE-GUA-26-T	Superficial	PH,H	

Superficial 0 – 0.10 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, y a la información obtenida en campo, además de las labores de emergencia realizadas en el sitio, se determinaron 12 (doce) muestras distribuidas en el área afectada y en la periferia de la misma, 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 las muestras a recolectar de forma manual estuvieron basadas en función de observaciones realizadas en campo, donde el sitio en estudio presenta un tipo de textura limosa con presencia de abundante roca de diferentes tamaños, infiltración alta y material no consolidado.

Plano georeferenciado.

Ver Anexo VII 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(es) y/o espátula(s)
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

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.

1.14.7. 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 son frascos de vidrio y con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán 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 ser 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.

1.14.8. 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.

1.14.9. 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

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

Lugar y fecha de elaboración: Monterrey, N.L. a 23 de marzo de 2017

Nombre y firma del responsable de la elaboración:

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 04 de abril de 2017, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento (DGSIVTA) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) mediante ingreso de escrito ante dicha Dependencia (*Anexo VIII – Acuse de Invitación a Muestreo Inicial*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

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

- C. [REDACTED] en representación de la empresa CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. [REDACTED] or parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V., encargado de la toma de muestras y su respectivo análisis.

Lo ahí realizado quedó plasmado en la Bitácora de campo (*Anexo IX – Bitácora de campo – Muestreo inicial*) elaborada por personal de ISALI, S.A. de C.V., así como en memoria fotográfica (*Anexo X – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 12 (doce) distribuidas en el área afectada y en la periferia de la misma, aunado a esto se tomó 01 (una) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras, así como 01 (una) muestra testigo fuera del área afectada, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia correspondientes, elaboradas por el personal de laboratorio al momento del muestreo (*Anexo XI – Cadenas de Custodia*).

Cabe mencionar que debido a que la Autoridad no pudo estar presente en el sitio el día del muestreo, se presentaron las evidencias del muestreo inicial ante la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento (DGSIVTA) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) mediante ingreso de escrito en fecha 18 de abril de 2017 (*Anexo XII – Ingreso de Evidencias*).

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Diésel) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), 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. 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.¹³ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XIII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.3.

Tabla No. 1.3. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.	
Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAP	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 XIV – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

La identificación de las muestras, la profundidad a la cual se tomaron, sus características, ubicación geográfica y el sitio donde se tomaron, se describe a continuación en la Tabla No. 1.4.

¹³ www.ema.org.mx

Tabla No. 1.4. Profundidad, características, ubicación geográfica y sitio de toma de las muestras

Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM	Sitio de toma de muestras	
MI-CAE-GUA-26-01	0.60	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >20%, sin presencia de materia orgánica, con aroma a hidrocarburo.	12R 0501017 3116518	Fosa de excavación (Pared)	
MI-CAE-GUA-26-02	1.20	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >1%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501017 3116518	Fosa de excavación (Fondo)	
MI-CAE-GUA-26-02-D	1.20	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >1%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501017 3116518		
MI-CAE-GUA-26-03	0.30	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >20%, sin presencia de materia orgánica, con aroma a hidrocarburo.	12R 0501022 3116513	Fosa de excavación (Pared)	
MI-CAE-GUA-26-04	1.90	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >15%, sin presencia de materia orgánica, con aroma a hidrocarburo.	12R 0501023 3116508	Fosa de excavación (Fondo)	
MI-CAE-GUA-26-05	2.20	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >15%, sin presencia de materia orgánica, con aroma a hidrocarburo.	12R 0501023 3116508		
MI-CAE-GUA-26-06	0.50	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >10%, sin presencia de materia orgánica, con aroma a hidrocarburo.	12R 0501013 3116526	Periferia del área afectada	
MI-CAE-GUA-26-07	Superficial	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >5%, sin presencia de materia orgánica, con mucho aroma a hidrocarburo.	12R 0501010 3116524		
MI-CAE-GUA-26-08	0.60	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >10%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501011 3116535		
MI-CAE-GUA-26-09	0.40	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >10%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501023 3116518		
MI-CAE-GUA-26-10	1.00	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >5%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501033 3116494		
MI-CAE-GUA-26-11	0.30	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >5%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501020 3116509		
MI-CAE-GUA-26-12	Superficial	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >5%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0501006 3116523		
MI-CAE-GUA-26-T	Superficial	Suelo limoso–rocoso, color amarillo, humedad >10%, sin presencia de materia orgánica, sin aroma a hidrocarburo.	12R 0500990 3116510		Fuera del área afectada

*Superficial 0 – 0.10 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.5.

Tabla No. 1.5. Resultados de muestreo inicial									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ¹⁴	B ¹⁵	C ¹⁶	D ¹⁷	E ¹⁸	F ¹⁹
MI-CAE-GUA-26-01	7129.02	19.15	A.N.R. ²⁰	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-02	<140.56	0.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-02-D	<140.56	0.83	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-03	9317.45	18.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-04	7382.74	14.70	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-05	5407.06	13.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-06	4382.8	7.63	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-07	14671.07	3.52	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-08	<140.56	6.40	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-09	<140.56	6.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-10	<140.56	2.84	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-11	<140.56	4.05	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-12	<140.56	2.56	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-T	A.N.R.	5.36	8.35	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) en suelo, correspondientes a la sustancia derramada (Diésel)²¹, se señalan en la Tabla No. 1.6.

Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles		
Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola²²	Residencial²³	Industrial²⁴
1 200	1 200	5 000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), se indican en la Tabla 1.7.

¹⁴ Benzo [a] antraceno

¹⁵ Benzo [b] fluoranteno

¹⁶ Benzo [k] fluoranteno

¹⁷ Benzo [a] pireno

¹⁸ Indeno (1,2,3-cd) pireno

¹⁹ Dibenzo [a,h] antraceno

²⁰ Análisis No Realizado

²¹ Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

²² Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²³ Incluye suelo recreativo

²⁴ Incluye comercial

Tabla No. 1.7. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAP	Agrícola ²⁵	Residencial ²⁶	Industrial ²⁷
Benzo [a] pireno	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas No. 1.5., 1.6. y 1.7., como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.8. Tabla comparativa									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ²⁸	B ²⁹	C ³⁰	D ³¹	E ³²	F ³³
MI-CAE-GUA-26-01	7129.02	19.15	A.N.R. ³⁴	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-02	<140.56	0.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-02-D	<140.56	0.83	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-03	9317.45	18.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-04	7382.74	14.70	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-05	5407.06	13.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-06	4382.8	7.63	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-07	14671.07	3.52	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-08	<140.56	6.40	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-09	<140.56	6.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-10	<140.56	2.84	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-11	<140.56	4.05	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-12	<140.56	2.56	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-CAE-GUA-26-T	A.N.R.	5.36	8.35	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

Como se puede observar en la tabla anterior, las muestras tomadas en el área contaminada, presentan concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media) por encima de 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 **Medianamente alcalino**³⁵, por el valor del pH.

²⁵ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁶ Incluye recreativo

²⁷ Incluye comercial

²⁸ Benzo [a] antraceno

²⁹ Benzo [b] fluoranteno

³⁰ Benzo [k] fluoranteno

³¹ Benzo [a] pireno

³² Indeno (1,2,3-cd) pireno

³³ Dibenzo [a,h] antraceno

³⁴ Análisis No Realizado

³⁵ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la información arrojada del levantamiento topográfico la cual indica un área contaminada de **143.8 m²** perteneciente a suelo natural por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró, las características del suelo en estudio, las condiciones del sitio, las labores de emergencia (*Ver Sección 1.4. del presente documento*) y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, los cuales señalan que existen concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, presentando una humedad promedio de 7.70%, así como el tipo de suelo que presenta el sitio (limoso con presencia de abundante roca de distintos tamaños), observándose una infiltración alta en suelo y subsuelo en base a las concentraciones obtenidas en las diferentes profundidades en las cuales se tomaron las muestras. Sumando a esto la cantidad derramada, las temperaturas presentes en el sitio, las concentraciones obtenidas de los análisis de las muestras recolectadas en el mismo, las características físicas y químicas del hidrocarburo (ya que es una sustancia líquida viscosa, un poco aceitosa y con volatilidad media), y analizando su comportamiento, se puede concluir lo siguiente: el sitio en estudio se dividirá en tres áreas (Área contaminada “A” – 35.2 m², Área contaminada “B” – 17.6 m² y Área contaminada “C” - 91 m²), lo anterior debido a que el contaminante se desplazó horizontalmente hacia el Norte y Sureste del punto de impacto (12R 0501009 3116519), afectando suelo natural en el derecho de vía, para después infiltrarse de manera vertical, concentrándose mayormente en el suelo natural aledaño a dicho punto con dirección al Sureste, en donde el autotanque accidentado quedó paralelo al eje de la vía goteando el Diésel en dicha zona, tal como se observa en los resultados obtenidos del muestreo inicial, específicamente en las muestras MI-CAE-GUA-26-04 y MI-CAE-GUA-26-05 (*Ver Sección 1.16. y Anexo I del presente documento*).

En resumen de lo anteriormente expuesto se proyecta lo siguiente:

Tabla No. 1.9. Proyección de la pluma del contaminante			
Identificación del área	Área (m²)	Profundidad de excavación (m)	Volumen a extraer (m³)
Área contaminada “A”	35.2	1.20	42.24
Área contaminada “B”	17.6	2.50	44
Área contaminada “C”	91	1.20	109.2
Área total contaminada:	143.8 m²	Volumen total a remediar:	195.44 m³

Dada esta situación, y en base a los señalado en el punto 8.2. de la norma en mención, que a la letra dice: *“Todo aquel suelo que durante la caracterización haya presentado concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, debe ser remediado”*, se concluye que el suelo contaminado **si debe ser sometido a un proceso de remediación.**

2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

- **Anexo I:** Dictamen Técnico de Hechos de Tránsito 038/16
- **Anexo II:** Documento de Embarque por Autotanque
- **Anexo III:** Acuse de Aviso de Derrame
- **Anexo IV:** Fotográfico – Visita Inicial
- **Anexo V:** Fotográfico – Labores de Emergencia
- **Anexo VI:** Acta Constancia PEMEX
- **Anexo VII:** Levantamiento Topográfico e Isométrico
- **Anexo VIII:** Acuse de Invitación a Muestreo Inicial
- **Anexo IX:** Bitácora de campo – Muestreo Inicial
- **Anexo X:** Fotográfico – Muestreo Inicial
- **Anexo XI:** Cadenas de Custodia
- **Anexo XII:** Ingreso de Evidencias
- **Anexo XIII:** Acreditación y Aprobación EHS Labs
- **Anexo XIV:** Resultados de Laboratorio, Hojas de campo, y Cromatogramas

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 XV– Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes:

- 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 XVI - 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 manejo con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

3.2. MARCO TEÓRICO

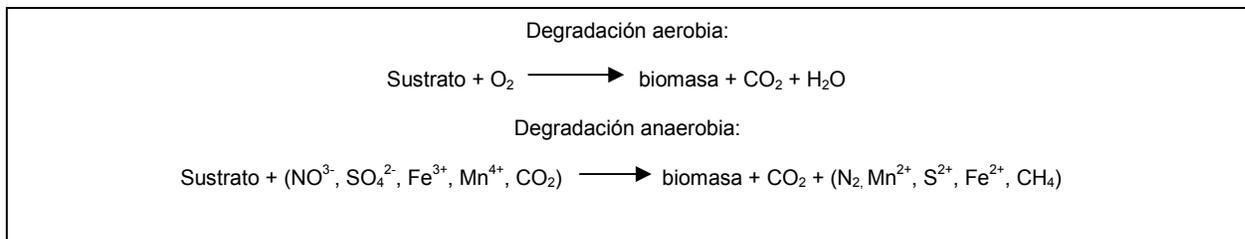
3.2.1. Remediación de suelos contaminados

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 físicas³⁶. La legislación federal la define como el “...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 modificarlos³⁷...”.

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)³⁸. 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



Una clasificación general las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde estas se realizan, es la siguiente³⁹.

³⁶ 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.

³⁷ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

³⁸ 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

³⁹ Tecnologías de remediación... Op. cit.

- *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*.

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

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 a un lado del sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo y subsuelo.
- La cantidad derramada del contaminante (Diésel) de aproximadamente 10,000 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.
- Las características del sitio, observándose suelo limoso, material no consolidado y una infiltración alta en suelo y subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio y a los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial.
- El clima templado del sitio que oscila en los 19 °C.
- El suelo natural contaminado se encuentra en derecho de vía, a un lado de la carpeta asfáltica de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo.
- La profundidad a la cual se encontraron concentraciones menores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, es de 1.20 m para el área contaminada “A” y “C”.
- Debido a que el autotanque accidentado quedó a un costado del área contaminada “B” goteando el Diésel en dicha área infiltrándose a una profundidad de 2.20 m en la cual se encontraron concentraciones por encima del Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, por lo cual se proyecta que a una profundidad de 2.50 m se encontrarán concentraciones por debajo de dichos límites, corroborando lo dicho con los resultados obtenidos del Muestreo Final Comprobatorio (MFC) que se realizará posterior a la terminación de la Biorremediación del sitio.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, los resultados obtenidos del muestreo inicial son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área contaminada la cual es de 143.8 m², resultando un volumen de 195.44 m³ de suelo contaminado con Diésel:

Se construirá la celda de tratamiento con bordos de material edáfico libre de contaminantes previamente compactado y cubierto con una película de polietileno de alta densidad. Los trabajos se realizarán con maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, lo cual aportará al sistema ayuda mecánica para la homogeneización y remoción del material en tratamiento, y con apoyo de recurso humano se detallará la fosa de excavación. El material edáfico contaminado extraído será depositado en la celda de tratamiento para ser sometido al proceso de biorremediación.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural contaminado con Diésel será la hidratación, labranza mecánica del suelo contaminado, aplicación de nutrientes, microorganismos y 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 reflujos, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta manual utilizando un tanque pipa se hidratará la zona en tratamiento y por último, mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

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

Tabla No. 3.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) ⁴⁰
Fertilizante (NPK) ⁴¹ con urea
Materia orgánica
Agua

⁴⁰ Solibac IP Soil®

⁴¹ 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 HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, en el presente Programa de Remediación se señaló que el tipo de suelo del sitio presenta **matorral subinerme**, 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:

<i>Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza⁴²</i>							
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 ⁴³	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 que será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado como relleno de la fosa de excavación del sitio de origen una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012; y de esta forma asegurar la funcionalidad de éste para su uso futuro como suelo **Agrícola**.

⁴² Concentración expresada en mg /Kg

⁴³ Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, se iniciarán toda vez que esa H. Dirección emita la Aprobación del presente Programa de Remediación, dando aviso correspondiente a la Autoridad ambiental competente para que dé fe del inicio de los Trabajos de Remediación presentando copia del ingreso del Programa de Remediación (PR) que nos ocupa.

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto (*Anexo XVII – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*).

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 XVIII* 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.

Fotográfico –Visita Inicial (1/1)



1.- Sitio del accidente en el Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón - Hermosillo, tramo Guaymas-Hermosillo, en el municipio de Guaymas, estado de Sonora.



2.- Derecho de vía de la Carretera Cd. Obregón - Hermosillo, afectado por el derrame de Diésel.



3.- En el sitio se derramaron aproximadamente 10,000 L de Diésel sobre suelo natural.



4.- Se cuantificó la superficie horizontal y superficial de la pluma del contaminante.



5.- Se realizaron sondeos en diferentes puntos y profundidades en el área afectada.



6.- El sitio presenta un suelo tipo limoso y presencia de abundantes rocas de diversos tamaños.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/1)



1.- Ubicación del sitio del accidente en el Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, estado de Sonora.



2.- Derecho de vía de la Carretera Cd. Obregón - Hermosillo, afectado por el derrame de Diésel.



3.- Con apoyo de picos y palas se inicia la construcción del borde de contención.



4.- Se construyó el borde de contención en la parte baja del terreno para evitar el desplazamiento horizontal del contaminante hacia predio particular.



5.- Se cubrió el borde con una película de polietileno de alta densidad.



6.- Vista final del borde de contención.

PUNTOS DE MUESTREO	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (m)	%H	U de pH	HFM (mg/Kg)	HAPs						COORDENADAS UTM
						BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO (K) FLUORANTENO	BENZO (A) PIRENO	INDENO (1,2,3-CD)	DIBENZO (A,H) ANTRACENO	
M1 Y M2	MI-CAE-GUA-26-01	0.60	19.15	A.N.R.[1]	7129.02	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501017 3116518
	MI-CAE-GUA-26-02	1.20	0.98	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501017 3116518
	MI-CAE-GUA-26-02-D	1.20	0.83	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501017 3116518
M3	MI-CAE-GUA-26-03	0.30	18.09	A.N.R.	9317.45	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501022 3116513
M4	MI-CAE-GUA-26-04	1.90	14.70	A.N.R.	7382.74	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501023 3116508
M5	MI-CAE-GUA-26-05	2.20	13.35	A.N.R.	5407.06	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501023 3116508
M6	MI-CAE-GUA-26-06	0.50	7.63	A.N.R.	4382.8	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501013 3116526
M7	MI-CAE-GUA-26-07	0.10	3.52	A.N.R.	14671.07	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501010 3116524
M8	MI-CAE-GUA-26-08	0.60	6.40	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501011 3116535
M9	MI-CAE-GUA-26-09	0.40	6.09	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501023 3116518
M10	MI-CAE-GUA-26-10	1.00	2.84	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501033 3116494
M11	MI-CAE-GUA-26-11	0.30	4.05	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501020 3116509
M12	MI-CAE-GUA-26-12	0.10	2.56	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12Q 0501006 3116523
T	MI-CAE-GUA-26-T	0.10	5.36	8.35	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	12Q 0500990 3116510

DATOS DEL POLIGONO						
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
1	2		N 84°36'23.94" E	0.46	2	12Q 501018 3116516
2	3		N 09°23'10.10" W	4.25	3	12Q 501018 3116520
3	4		N 26°55'51.65" W	12.02	4	12Q 501012 3116531
4	5		S 62°29'26.14" W	2.50	5	12Q 501010 3116530
5	6		S 27°30'33.86" E	14.34	6	12Q 501017 3116517
6	1		S 38°43'47.38" E	1.63	1	12Q 501018 3116516

AREA CONTAMINADA "A" = 35.20 M2

DATOS DEL POLIGONO						
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
4	8		N 28°39'14.40" W	7.08	8	12Q 501012 3116531
8	9		S 62°29'34.98" W	2.84	9	12Q 501008 3116536
9	10		S 39°56'38.45" E	2.23	10	12Q 501008 3116534
10	5		S 27°30'33.86" E	4.80	5	12Q 501010 3116530
5	4		N 62°30'48.55" E	2.50	4	12Q 501012 3116531

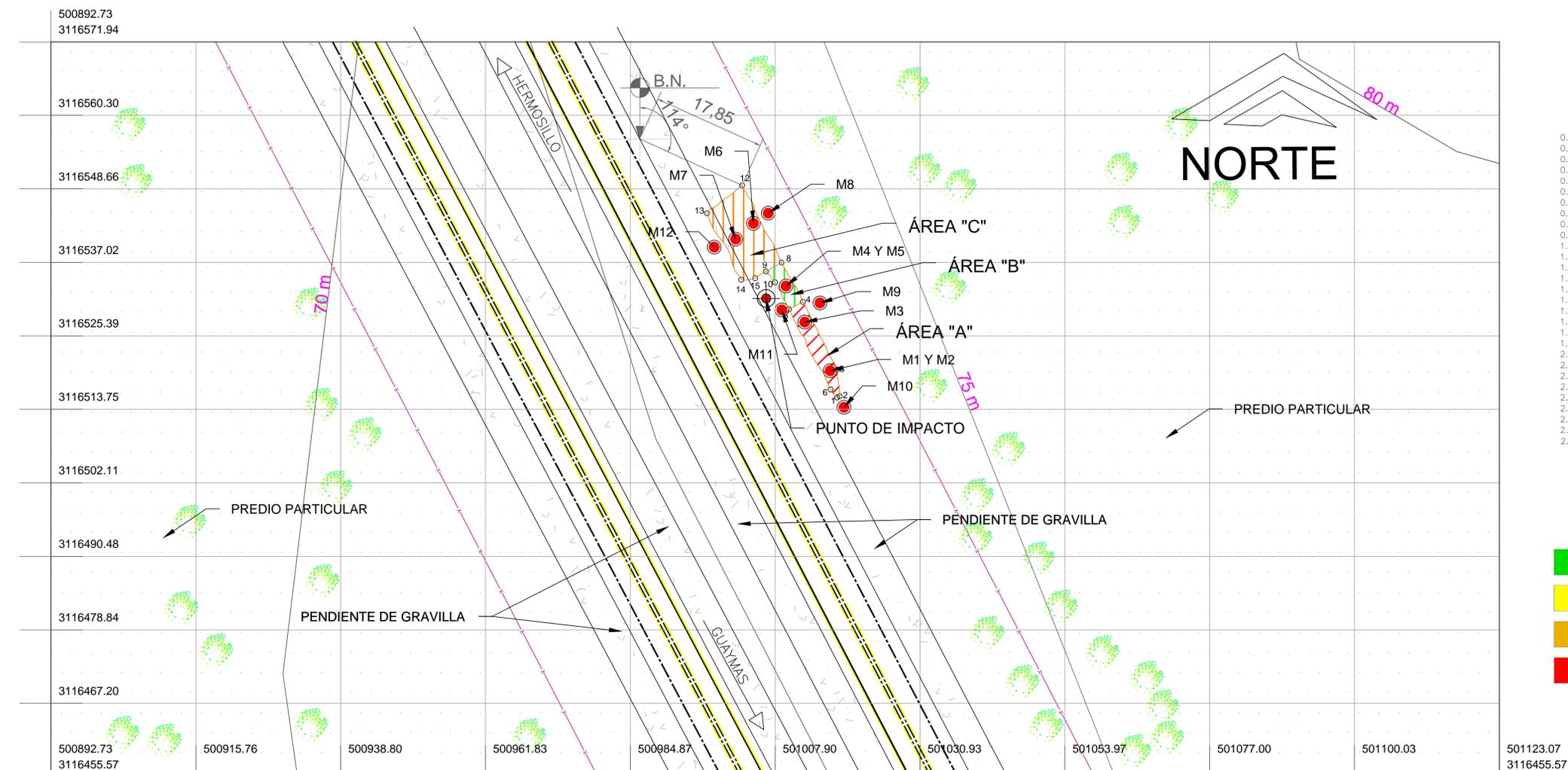
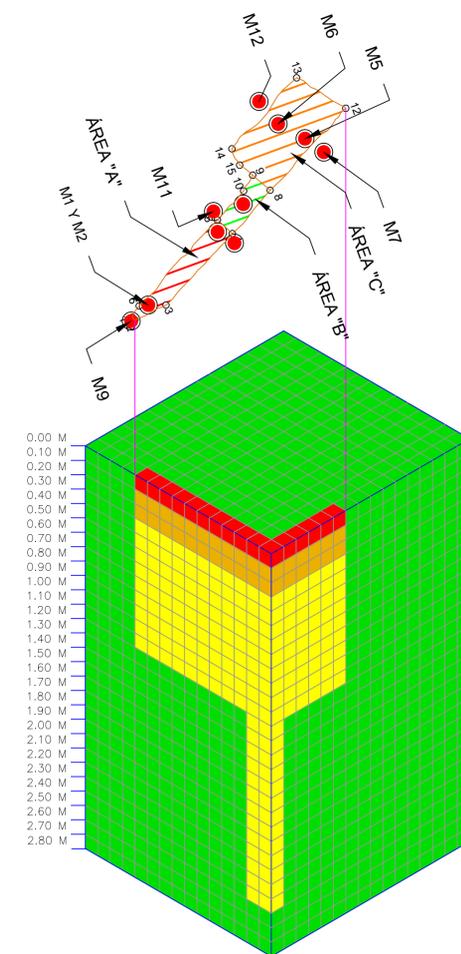
AREA CONTAMINADA "B" = 17.60 M2

DATOS DEL POLIGONO						
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
8	12		N 27°05'59.86" W	13.73	12	12Q 501009 3116537
12	13		S 51°43'17.36" W	7.13	13	12Q 500997 3116545
13	14		S 27°23'11.45" E	11.83	14	12Q 501002 3116534
14	15		N 84°27'06.28" E	2.23	15	12Q 501005 3116535
15	9		N 57°45'55.46" E	2.03	9	12Q 501006 3116536
9	8		N 60°29'34.98" E	2.84	8	12Q 501009 3116537

AREA CONTAMINADA "C" = 91.00 M2

ZONA UTM :	12Q	COORDENADAS UTM	
PUNTO DE IMPACTO	12Q 0501009	3116519	
BANCO DE NIVEL	12Q 0500986	3116556	

PLANO ISOMETRICO HFM (MG/KG)



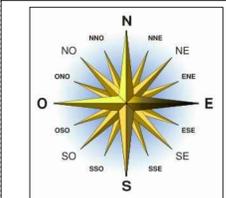
VISTA EN PLANTA
Escala Gráfica 1:400

- AREA CONTAMINADA "A"
- AREA CONTAMINADA "B"
- AREA CONTAMINADA "C"
- MUESTRA SIMPLE DE SUELO
- TESTIGO
- GRAVILLA
- CERCA PERIMETRAL
- BANCO DE NIVEL
- PUNTO DE IMPACTO

NOMBRE DEL PLANO: **D1848516**

- NOTAS
- 1.- DIMENSIONES EN METROS.
 - 2.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - 3.- ESCALA INDICADA

LOCALIZACION



PROPUESTA DE		
AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO		JB

FECHA
09 DE FEBRERO DEL 2018

DIRECCION:
KM. 154 + 100 DE LA CARRETERA CD. OBREGÓN - HERMOSILLO, TRAMO GUAYMAS - HERMOSILLO, MUNICIPIO DE GUAYMAS, ESTADO DE SONORA.

DISEÑO POR
AGUSTIN DE ITURBIDE 332, COL. HEROES DE MEXICO, SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN, CEL: 8116347388

TRANSPORTISTA:
CAESA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA
DIESEL

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 1
PROGRAMA DE REMEDIACION

Inicial Intermedio Final

Siniestro: D1848516 Fecha: 04-abr-17
 Ubicación: Km 154 + 100 Carretera Federal Cd. Obregón - Hermosillo
Tramo Guaymas - Hermosillo, municipio de Guaymas
estado de Sonora
 Empresa: Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.
 Material derramado: Diesel Gasolina Turbosina Combustóleo Otro: _____
 Laboratorio asignado: EHS LABS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 HTP's Fracción: Ligera Media Pesada No aplica

PUNTOS DE MUESTREO				
PM	Identificación	Profundidad (m)	Ubicación geográfica	Parámetros a analizar
1	MI-CAE-GUA-26-01	0.60	12R0501017 3116518	HFM,HAP,H
1	MI-CAE-GUA-26-02	1.20	12R0501017 3116518	
D	MI-CAE-GUA-26-02-D	1.20	12R0501017 3116518	
2	MI-CAE-GUA-26-03	0.30	12R0501022 3116513	
3	MI-CAE-GUA-26-04	1.90	12R0501023 3116508	
3	MI-CAE-GUA-26-05	2.20	12R0501023 3116508	
4	MI-CAE-GUA-26-06	0.50	12R0501013 3116526	
5	MI-CAE-GUA-26-07	0.10	12R0501010 3116524	
6	MI-CAE-GUA-26-08	0.60	12R0501011 3116535	
7	MI-CAE-GUA-26-09	0.40	12R0501023 3116518	
8	MI-CAE-GUA-26-10	1.00	12R0501033 3116494	
9	MI-CAE-GUA-26-11	0.30	12R0501020 3116509	
10	MI-CAE-GUA-26-12	SUPERFICIAL	12R0501006 3116523	
T	MI-CAE-GUA-26-T	SUPERFICIAL	12R0500990 3116510	PH.H

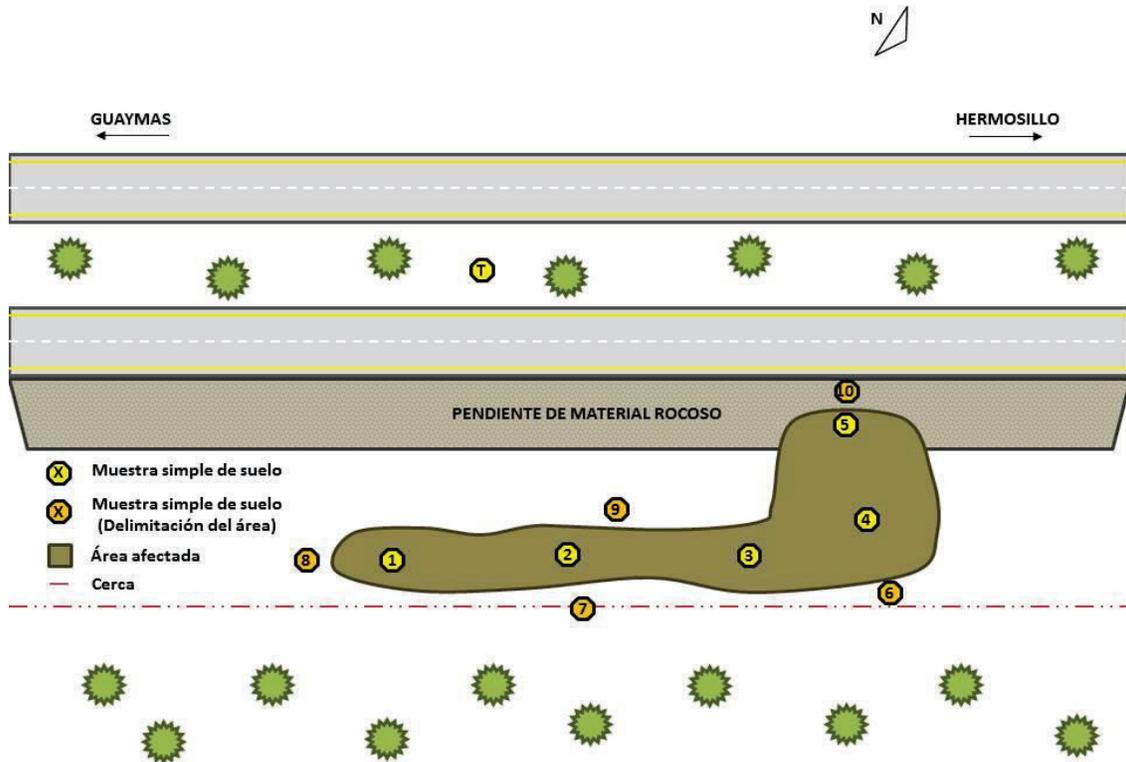
Se determinaron 05 (cinco) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área afectada, además de 05 (cinco) puntos de muestreo en la periferia de la misma; adicional se tomó 01 (un) testigo fuera del área afectada, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

**PM - Punto de Muestreo

** Superficial 0 - 0.10 m

* Artículo 71 Fracción III del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE PUNTOS DE MUESTREO



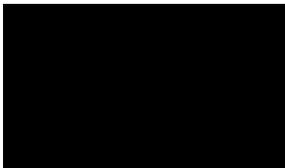
OBSERVACIONES

Las muestras fueron tomadas en el área afectada, así como en la periferia de la misma.

El muestreo se realizó con la ayuda de un nucleador manual de acero inoxidable y espátulas del mismo material.
Entre cada toma de muestra el equipo se lavó con agua destilada y jabón libre de fosfatos.

Cada muestra fue envasada en frascos de vidrio nuevos, con tapa roscada.
Las muestras se preservaron en hielo a 4°C para su traslado al laboratorio.

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



Ingeniero de Campo
Nombre y firma



Ingeniero de Proyecto
Nombre y firma

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



1 – El personal de laboratorio utilizó guantes para evitar contaminación de las muestras.



2 – Se lavó el equipo al inicio del muestreo para evitar la contaminación de las muestras.



3 – Toma de muestra delimitante con ayuda del Hand Auger.



4 – Las muestras fueron envasadas, etiquetadas y selladas durante la ejecución del muestreo.



5 – Se registraron las profundidades de las muestras con ayuda del flexómetro.



6 – Toma de muestra superficial delimitante con ayuda del espátula.

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)



7 – Se lavó el equipo entre toma de muestras para evitar la contaminación de las mismas.



8 – Se tomaron muestras a diferentes profundidades con ayuda del Hand Auger.



9 – Con ayuda de retroexcavadora se llegó a la profundidad deseada.



10 – Se tomó muestra en el área afectada a 2.20 metros de profundidad.



11 – Las muestras fueron envasadas, etiquetadas y selladas durante la ejecución del muestreo.



12 – Las muestras se guardaron con hielo a 4° C para su posterior análisis.



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 2

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
 Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
 R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
 ehs@ehslabs.com

12716

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Caessa Transportes SA de CV.
 No. DE PROYECTO: P5576 ÁREA: AL FF Ag S R
 MUESTREADOR: [Redacted]
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] (nombre y firma)
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE _____ (días)

ANALISIS										FOLIO:	
HFM	HAP	H									[Redacted]
FIRMA DEL CLIENTE											

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM							EHS ID*
							MP	MC	L	Kg						
MI-CAE-GVA-26-01	2017-04-04	15:07	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-1-1
MI-CAE-GVA-26-02	2017-04-04	15:15	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-2-1
MI-CAE-GVA-26-02-D	2017-04-04	15:15	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-3-1
MI-CAE-GVA-26-03	2017-04-04	14:33	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-4-1
MI-CAE-GVA-26-04	2017-04-04	15:29	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-5-1
MI-CAE-GVA-26-05	2017-04-04	15:33	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-6-1
MI-CAE-GVA-26-06	2017-04-04	14:43	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-7-1
MI-CAE-GVA-26-07	2017-04-04	14:04	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-8-1
MI-CAE-GVA-26-08	2017-04-04	13:00	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-9-1
MI-CAE-GVA-26-09	2017-04-04	13:11	S	1	FV	7	✓	-	✓	.235	✓	✓	✓	✓	✓	84028-10-1

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

OBSERVACIONES:

ENTREGADO POR: (nombre)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[Redacted]	2017/04/07	16:22 hrs	[Redacted]	2017/04/07	16:22	NOM-138-SEMARNAT/SSA/12012

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes
 C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros) (4-SCA-018-2A / 08)
 P: Preservador (1 HCl, 2: HNO₃, 3: H₂SO₄, 4: NaOH, 5: Na₂S₂O₃, 6: H₂SO₄-CuSO₄, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH) M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta Derechos Reservados. EHS labs
 CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar) T °C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.
 *ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 2

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
 Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
 R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
 ehs@ehslabs.com

12717

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Caessa Transportes S.A. de CV
 No. DE PROYECTO: P5576 ÁREA: AL FF Ag S R
 MUESTREADOR: [Redacted]
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted]
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE _____ (días)

ANALISIS				FOLIO:
HFM	HAP	H	PH	[Redacted]
				NOMBRE DEL CLIENTE [Redacted]
				FIRMA DEL CLIENTE [Redacted]

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM		EHS ID*	
							MP	MC	L	Kg		
MI-CAE-GUA-26-10	2017-04-04	13:48	S	1	Fv	7	✓	-	.235	✓	✓	84028-11-1
MI-CAE-GUA-26-11	2017-04-04	13:58	S	2	Fv	7	✓	-	.235	✓	✓	84028-12-1
MI-CAE-GUA-26-12	2017-04-04	13:27	S	1	Fv	7	✓	-	.235	✓	✓	84028-13-1
MI-CAE-GUA-T	2017-04-04	13:33	S	1	Fv	7	✓	-	.235	✗	✓	84028-14-1

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

OBSERVACIONES: [Redacted]						T°C	9°C
ENTREGADO POR: (nombre)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS	
[Redacted]	2017/04/07	16:28 hrs	[Redacted]	2017/04/07	16:22	Nom-138-SEMUNAT/SCN 2 2017	

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes (4-SCA-018-2A / 08)
 C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros)
 P: Preservador (1 HCl, 2: HNO₃, 3: H₂SO₄, 4: NaOH, 5: Na₂S₂O₃, 6: H₂SO₄-CuSO₄, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH) M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta
 CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar) T°C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.
 *ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO

CAESSA TRANSPORTACIONES, S.A. DE C.V.
Km. 155 + 100 de la Carretera Federal No. 440 Cd. Obregón – Hermosillo,
tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.

INFORME DE RESULTADOS SUELOS
P5576

Realizado por:



EHS LABS DE MÉXICO, S. A. DE C. V.

MUESTREO REALIZADO: ABRIL, 2017



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.
Dirección:	Autopista Federal Concesionada Cadereyta a Reynosa Km 36.5, Col. Centro,
Entidad:	Municipio de Cadereyta Jimenez, estado de Nuevo León
Atención:	[REDACTED]

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

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km. 155 + 100 de la Carretera Federal No. 440 Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo,
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Guaymas, estado de Sonora
Fecha de muestreo:	2017-04-04
Número de muestras en estudio:	14
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 12716, 12717

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Siniestro: D1848516</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2017-04-07
	Fecha de inicio de análisis: 2017-04-07
Identificación EHS Labs: 84028	Fecha termino de análisis: 2017-05-18
	Descripción física de las muestras: 14 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa Monterrey, N. L.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5576
Fecha de Recepción: 2017-04-07
Fecha de muestreo: 2017-04-04
Folio de cadena de Custodia: 12716, 12717
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-CAE-GUA-26-01	84028-1	19.15	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-02	84028-2	0.98	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-02-D	84028-3	0.83	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-03	84028-4	18.09	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-04	84028-5	14.70	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-05	84028-6	13.35	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-06	84028-7	7.63	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-07	84028-8	3.52	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-08	84028-9	6.40	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-09	84028-10	6.09	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-10	84028-11	2.84	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-11	84028-12	4.05	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-12	84028-13	2.56	6.00	2017-04-21	LB
MI-CAE-GUA-26-T	84028-14	5.36	6.00	2017-04-21	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 SUELOS
Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5576
Fecha de Recepción: 2017-04-07
Fecha de muestreo: 2017-04-04
Folio de cadena de Custodia: 12716, 12717
Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)
Método analítico: NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kg BS)	LC (mg/kg BS)	U (mg/kg BS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-CAE-GUA-26-01	84028-1	7129.02	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-02	84028-2	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-02-D	84028-3	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-03	84028-4	9317.45	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-04	84028-5	7382.74	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-05	84028-6	5407.06	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-06	84028-7	4382.8	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-07	84028-8	14671.07	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-08	84028-9	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-09	84028-10	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-10	84028-11	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-11	84028-12	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB
MI-CAE-GUA-26-12	84028-13	<140.56	140.56	62.10	2017-04-11	2017-04-17	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5576
 Fecha de Recepción: 2017-04-07
 Fecha de muestreo: 2017-04-04
 Folio de cadena de Custodia: 12716, 12717
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2017-04-10
 Fecha de análisis: 2017-04-17
 Analista: JD

Ciente	MI-CAE-GUA-26-01	MI-CAE-GUA-26-02	MI-CAE-GUA-26-02-D	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84028-1	84028-2	84028-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-CAE-GUA-26-03	MI-CAE-GUA-26-04	MI-CAE-GUA-26-05	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84028-4	84028-5	84028-6		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-CAE-GUA-26-06	MI-CAE-GUA-26-07	MI-CAE-GUA-26-08	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84028-7	84028-8	84028-9		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.

Cliente	MI-CAE-GUA-26-09	MI-CAE-GUA-26-10	MI-CAE-GUA-26-11	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84028-10	84028-11	84028-12		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Cliente	MI-CAE-GUA-26-12	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84028-13		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5576
 Fecha de Recepción: 2017-04-07
 Fecha de muestreo: 2017-04-04
 Folio de cadena de Custodia: 12716, 12717
 Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)
 Mébdo 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-CAE-GUA-26-T	84028-14	8.35	0.12	2017-04-08	AY



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Caessa Transportaciones, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno

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



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.

Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación								
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO						
		Semana						
		1	5	9	13	17	21	25
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio							
	Construcción de zona o celda de tratamiento							
	Extracción							
	Acarreo y depósito en celda de tratamiento							
	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
II	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
	Homogenización - Aireación							
M-I	Monitoreo intermedio							
III	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
IV	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
	Homogenización - Aireación							
M-II	Monitoreo intermedio							
V	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
VI	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
	Homogenización - Aireación							
M-III	Monitoreo intermedio							
VII	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
M-IV	Homogenización - Aireación							
	Monitoreo intermedio							

Plan de monitoreo del seguimiento de la remediación del sitio

- **Método de muestreo, número de muestras, profundidad y parámetros a medir**

En el sitio del material tratado mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming un lado del sitio contaminado** se tomará 01 (una) muestra simple a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (195.44 m³).

Las especificaciones para la toma de muestras puntuales son las siguientes:

- **Equipo y materiales para el muestreo**

Los instrumentos de muestreo adecuados son esenciales para realizar un buen muestreo. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes instrumentos y materiales:

- Pala pocera o gafas
- Espátulas planas con lados paralelos
- Frascos de vidrio (forrados con papel para impedir el paso de la luz)

- **Recipientes, preservación y transporte de muestras**

Las especificaciones de los recipientes y su preservación serán los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para los parámetros correspondientes, y su transportación del sitio de la toma de muestras a Oficina Matriz correrá a cargo del personal de ISALI, S.A. de C.V.

- **Medidas de seguridad para el personal**

Esto tiene como fin proporcionar las condiciones necesarias al personal en la toma y manejo de las muestras. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes aditamentos:

- Zapatos de seguridad industrial
- Guantes de látex desechables

- **Control documental**

Las actividades realizadas deben ser registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho.

- **Método análisis**

El análisis de la muestras tomadas para el plan de monitoreo se realizará mediante el equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-846-DRAFT METHOD 9074.

- **Periodicidad**

La periodicidad de la toma de muestras y su análisis se realizará conforme en lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación (Anexo XVII).

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

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.

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	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	20 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	35 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	40 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	40 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.

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 CAESSA TRANSPORTACIONES, 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 aprobación por parte de la PROFEPA.

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

Responsable de elaboración



Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 12 de febrero de 2017

Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.

4. SITIO DE MUESTREO.

4.1 Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio afectado, éste presenta un suelo de textura limosa, lo cual corresponde a lo observado en campo donde también se observó presencia de abundante roca de diversos tamaños. En los alrededores del sitio se observa vegetación de tipo matorral subinerme, así como un predio particular contiguo al sitio de derrame. Es importante mencionar que en el sitio en estudio se realizaron labores de emergencia las cuales consistieron en contener la migración del hidrocarburo de forma horizontal evitando la afectación al predio mencionado anteriormente.

El punto de impacto se encuentra sobre el derecho de vía de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, por la cual el producto derramado se desplazó hacia el Norte y Sureste.

No se encuentran cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cercanos al sitio, por lo tanto se descartó dar aviso a la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 30 Km de la cabecera municipal de Guaymas. Aproximadamente a 100 Km se encuentra la cabecera municipal del municipio de Hermosillo.

Es importante mencionar que el material edáfico contaminado fue sometido a un proceso de Biorremediación mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado.

4.2 Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 143.8 m² correspondiente a las fosas de excavación.

4.3 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 143.8 m² correspondiente a las fosas de excavación, de igual manera se tomarán muestras en la celda de tratamiento.

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, serán los siguientes.

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

Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.

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

6. MUESTREO.

6.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será 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 143.8 m² correspondiente a las fosas de excavación, de igual manera se tomarán muestras en la celda de tratamiento. Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras tomadas serán simples. El tipo de muestreo será aleatorio simple.

6.2 Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, parámetros analizados, volumen, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de toma de muestras	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-CT-GUA-FE-01-P(0.10m)	0.10	Área Contaminada "A"	HFM, HAP, H	235
2	MF-CT-GUA-FE-02-P(0.20m)	0.20			
3	MF-CT-GUA-FE-03-P(0.10m)	0.10			
4	MF-CT-GUA-FE-04-F(0.30m)	0.30			
DUPLICADO	MF-CT-GUA-FE-04-F-D(0.30m)	0.30	Área Contaminada "B"		
5	MF-CT-GUA-FE-05-P(0.10m)	0.10			
6	MF-CT-GUA-FE-06-P(0.30m)	0.30			
7	MF-CT-GUA-FE-07-P(0.30m)	0.30			
8	MF-CT-GUA-FE-08-P(0.20m)	0.20			
9	MF-CT-GUA-FE-09-F(0.30m)	0.30	Área Contaminada "C"		
10	MF-CT-GUA-FE-C-10-P(0.20m)	0.20			
11	MF-CT-GUA-FE-C-11-P(0.30m)	0.30			
12	MF-CT-GUA-FE-C-12-P(0.10m)	0.10			
13	MF-CT-GUA-FE-C-13-P(0.20m)	0.20			
14	MF-CT-GUA-FE-C-14-F(0.20m)	0.20	Celda de Tratamiento	HFM, HAP, H, PH	
15	MF-CT-GUA-11-CEL(0.30m)	0.30			
DUPLICADO	MF-CT-GUA-11-CEL-D(0.30m)	0.30			

Superficial 0 – 0.10 m

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

En base a las observaciones realizadas en campo así como lo señalado en la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se determinaron 14 (catorce) puntos

Responsable de elaboración

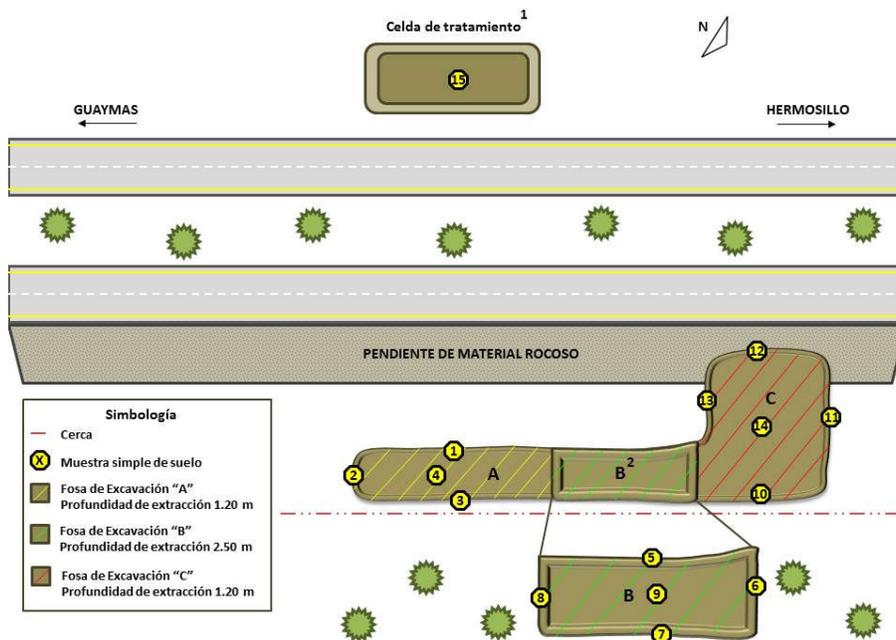
Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 12 de febrero de 2017

Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.

de muestreo en suelo distribuidos en las fosas de excavación, tomando en cada uno de ellos una muestra simple, asimismo se tomará 01 (una) muestra en la celda de tratamiento, así como 01 (un) duplicado de la misma. Adicional se tomará 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual están basadas en función de las observaciones realizadas por ingenieros de campo, las cuales indican un suelo de textura limosa con presencia de abundante roca de diferentes tamaños, infiltración alta y material no consolidado

6.3 Croquis del sitio (puntos de muestreo).



¹ El lugar donde se construirá la celda de tratamiento se gestionará con Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

² Debido a que la fosa de excavación "B" se extraerá a mayor profundidad que las fosas "A" y "C", se propone tomar 04 muestras en la pared de dicha fosa (B), así como 01 muestra en el fondo de la misma.

Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizará para efectuar el muestreo por parte del laboratorio será:

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

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

Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo,
municipio de Guaymas, estado de Sonora.

6.4 Lavado de equipo.

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

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 son frascos de vidrio y con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán en hielo (4° C).

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

Cada muestra será sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y debe ser entregada para su análisis, todos los sellos contarán con el número o clave única de la muestra. Todas las etiquetas llevarán 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.

8. MEDIDAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD

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

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 a utilizar en este muestreo serán lavados entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

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

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

Con el objetivo de que las muestras sean recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicará los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas es de suma importancia. De forma general, los criterios que se toman en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizará son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas deben ser 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

Km. 154 + 100 de la Carretera Cd. Obregón – Hermosillo, tramo Guaymas – Hermosillo, municipio de Guaymas, estado de Sonora.

variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registraran como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

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

10. DESVIACIONES DE CAMPO¹.

Actividad a realizar según Plan de Muestreo	Desviación de la actividad según Plan de Muestreo

Motivo:

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

¹ Este módulo solo será llenado en caso de que exista una desviación de campo al presente Plan de Muestreo, en caso contrario queda sin efecto dicho módulo.

Responsable de elaboración

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 12 de febrero de 2017