



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA LA ESTIMACIÓN DE
COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA EN EL
TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DE
FRACCIÓN MEDIA.

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

CASTREJÓN LUGARDO ROXANA ARTEMISA.

ASESORES

EXTERNO: ING. PABLO CABRERA PINEDA.

INTERNO: DRA. MARINA OLIVIA FRANCO HERNÁNDEZ.

MÉXICO DF A 13 DE MAYO DEL 2008

CONTENIDO

A. INTRODUCCIÓN

B. OBJETIVO

C. ANTECEDENTES

D. JUSTIFICACIÓN

E. MARCO TEÓRICO

1. CONCEPTOS BÁSICOS

2. BASES PARA EL MODELO

3. ESQUEMA DE TRABAJO PARA UN PROYECTO DE REMEDIACIÓN DE SUELO

4. DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS

4.1 BIORREMEDIACIÓN

4.2 OXIDACIÓN QUÍMICA

5. METODOLOGÍA

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7. CONCLUSIONES

8. BIBLIOGRAFIA

F. ANEXOS

I) BASE DE DATOS

II) EMPRESAS CON AUTORIZACIÓN PARA LA RESTAURACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

III) ANÁLISIS GRÁFICO Y AJUSTE DE CURVAS

IV) VALIDACIÓN DE LOS MODELOS PROPUESTOS

V) PROPUESTA DE MODELOS

A. INTRODUCCIÓN

Debido a las dimensiones que ha tomado la contaminación de suelo y a la necesidad de dar atención a la problemática existente, así como dar una inmediata respuesta a los eventos que se suscitan constantemente en la industria, se elabora el presente documento el cual tiene como intención aportar elementos suficientes para auxiliar en la selección adecuada y precisa de la metodología de saneamiento, de tal forma que se elija la tecnología que presenta las mayores ventajas, tomando siempre en cuenta la mayor cantidad de variables, tales como las características particulares de sitio, el grado de contaminación, el tiempo asociado para el tratamiento, lo cual arrojaría como resultado, el cumplimiento de los requerimientos de tratamiento con el menor costo.

Se inicia con un recuento de los eventos relevantes de contaminación de suelo con hidrocarburos que se presentaron en el año 2005, mismos que han ocasionado considerables daños ecológicos y contaminación importante en materia de suelo. Como parte fundamental para el conocimiento de las técnicas de tratamientos de suelo se establecen los conceptos básicos y el marco legal, con el fin de facilitar la comprensión y la identificación del punto de partida para la generación de la estrategia de tratamiento, tomando en consideración los requerimientos de tratamiento y las repercusiones legales que se desprenden de la legislación en la materia.

Las metodologías que serán evaluadas son las utilizadas con mayor frecuencia para la remediación del suelo contaminado con hidrocarburo, tal es el caso de la bioremediación, y oxidación química, las cuales serán objeto de un análisis detallado. Para estas tecnologías se establecen las ventajas y desventajas que representa su aplicación. El propósito esencial del análisis es permitir que el encargado de la selección de la tecnología de tratamiento cuente con suficiente información de cada

uno de los procedimientos e identifique los beneficios técnicos y económicos de la aplicación de determinada técnica.

B. OBJETIVO

Diseñar un modelo multiparamétrico de costos para las tecnologías de biorremediación y oxidación química en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos de fracción media.

C. ANTECEDENTES

En Estados Unidos de Norte América, las agencias gubernamentales colaboran entre sí para encontrar una solución a los distintos problemas que aquejan a su nación, los problemas ambientales no son la excepción, puesto que invierten mucho recursos económicos, materiales y humanos para la investigación, desarrollo y actualización de simuladores que les permiten obtener presupuestos preliminares de forma rápida que tienen el fin de costear tecnologías de saneamiento en agua, aire y suelos.

Dentro de los modelos que utilizan la NASA, la EPA, el departamento de Energía, la US Navy, entre otras, están:

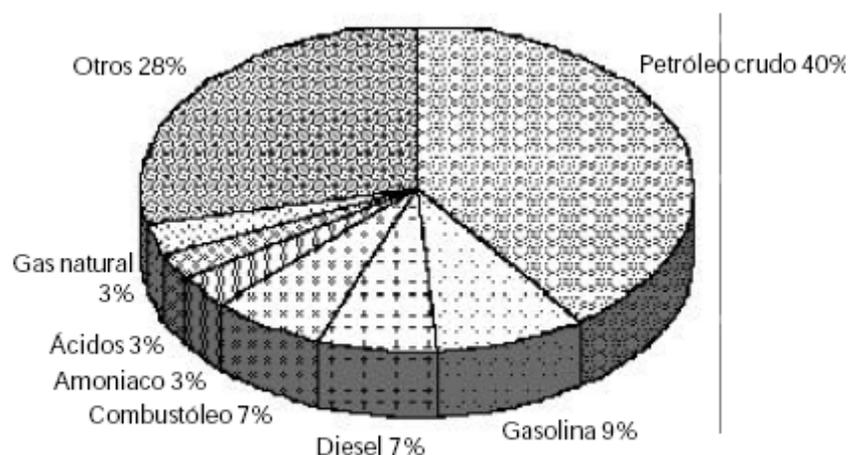
- ECES (Environmental Cost Element Structure)
- RACER™ (Remedial Action Cost Engineering Requirements System)
- CTC (Cost-To-Complete system)
- Cost Risk
- IDEAL

Los cuales son modelos de costos en materia de remediación de suelos, mismos que se encuentran patentados.

Las mencionadas agencias con ayuda de laboratorios especializados en este campo o con la ayuda de las de las universidades, crean y mantienen actualizados los modelos, de tal modo que los costos que se obtienen resulten con una confiabilidad suficiente.

D. JUSTIFICACIÓN

Debido a la existencia de actividades de proceso y manejo del petróleo en muchos países entre los que se encuentra México, es común encontrar contaminación debida a hidrocarburos en el suelo. De acuerdo con la información revisada referente a las emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Figura 1), se determinó que la mayor parte de dichas emergencias se encuentran relacionadas con los hidrocarburos (60 a 70 % de los eventos) y que en el 90% de los casos se generó una afectación hacia el suelo.

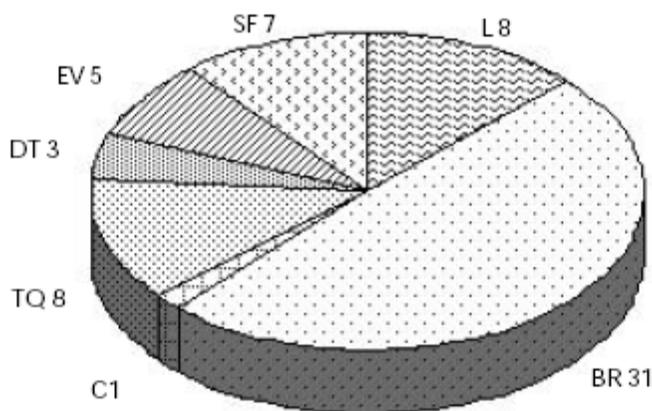


FUENTE: PROFEPA 2002.

Figura 1. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA

El propósito de este trabajo es analizar las tecnologías de bioremediación y oxidación química para el tratamiento y disposición de suelos contaminados con hidrocarburos de fracción media, identificando los beneficios técnicos, económicos y ecológicos de la aplicación de cada una de las tecnologías, y relacionándolas con las características del contaminante, grado de contaminación y el tipo de suelo.

La selección de estas tecnologías de biorremediación y oxidación química se debió al hecho de que en México, según los registros de la SEMARNAT en el 2002, las tecnologías más utilizadas para la remediación de suelos, son las técnicas de biorremediación, lavado de suelos, junto con los tratamientos químicos (Ver figura 2). El lavado de suelos no se aplica para el tipo de contaminantes de este estudio no obstante si para el caso del tratamiento químico.



BR: biorremediación; L: lavado; SF: separación física; EV: extracción de vapores; DT: desorción térmica; TQ: tratamiento químico; C: centrifugación.

FUENTE: SEMARNAT 2002.

FIGURA 2. Tecnologías de remediación para suelos utilizadas en México por empresas autorizadas

La información recopilada en este trabajo servirá como una guía para la selección adecuada de tratamiento en caso de derrame, en industrias con manejo de hidrocarburos de fracción media en sus procesos o servicios, tal es el caso de: instalaciones de ferrocarriles, aeropuertos, plantas termoeléctricas, complejos de gas y petroleros en tierra entre otros, además permitirá estimar de manera sencilla el costo aproximado para la aplicación de la tecnología de tratamiento seleccionada.

Como parte de las actividades se presentará un esquema para reportes de tratamiento de suelos, siguiendo las recomendaciones emitidas por entidades internacionales de la materia, lo cual facilitará la selección, aplicación, registro y reporte de los casos de remediación. Este esquema no presenta referencia alguna en México.

D. MARCO TEORICO

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 SUELO

El suelo se forma por la acción de los elementos sobre la roca madre. Es decir a partir de la descomposición de dicha roca, debido a factores climáticos, así como debido a la acción de los seres vivos. Lo anterior implica que el suelo tiene una parte mineral y otra biológica.

La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y gases: amoniaco, nitratos, fosfatos. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos y conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad.

La formación del suelo es un proceso en el que las rocas se dividen en partículas menores mezclándose con materia orgánica en descomposición. El lecho rocoso empieza a deshacerse por los ciclos de hielo-deshielo, por la lluvia y por otras fuerzas del entorno (factores climáticos o biológicos) (figura 3, I). El lecho se descompone en la roca madre que, a su vez, se divide en partículas menores (figura 3, II). Los organismos de la zona contribuyen a la formación del suelo desintegrándolo cuando viven en él y añadiendo materia orgánica tras su muerte. Al desarrollarse el suelo, se forman capas llamadas horizontes (figura 3, III). El horizonte A, más próximo a la superficie, suele ser más rico en materia orgánica, mientras que el horizonte C contiene más minerales y sigue pareciéndose a la roca madre. Con el tiempo, el suelo puede llegar a sustentar una cobertura gruesa de vegetación reciclando sus recursos de forma efectiva (figura 3, IV). En esta etapa, el suelo puede contener un horizonte B, donde se almacenan los minerales lixiviados.

El suelo se clasificar según su textura: fina o gruesa, y por su estructura: floclada, agregada o dispersa, lo que define su porosidad que permite una mayor o menor circulación del agua, y por lo tanto la existencia de especies vegetales que necesitan concentraciones más o menos elevadas de agua o de gases.

El suelo también se puede clasificar por sus características químicas, por su poder de absorción de coloides y por su grado de acidez (pH), que permite la existencia de una vegetación más o menos necesitada de ciertos compuestos.

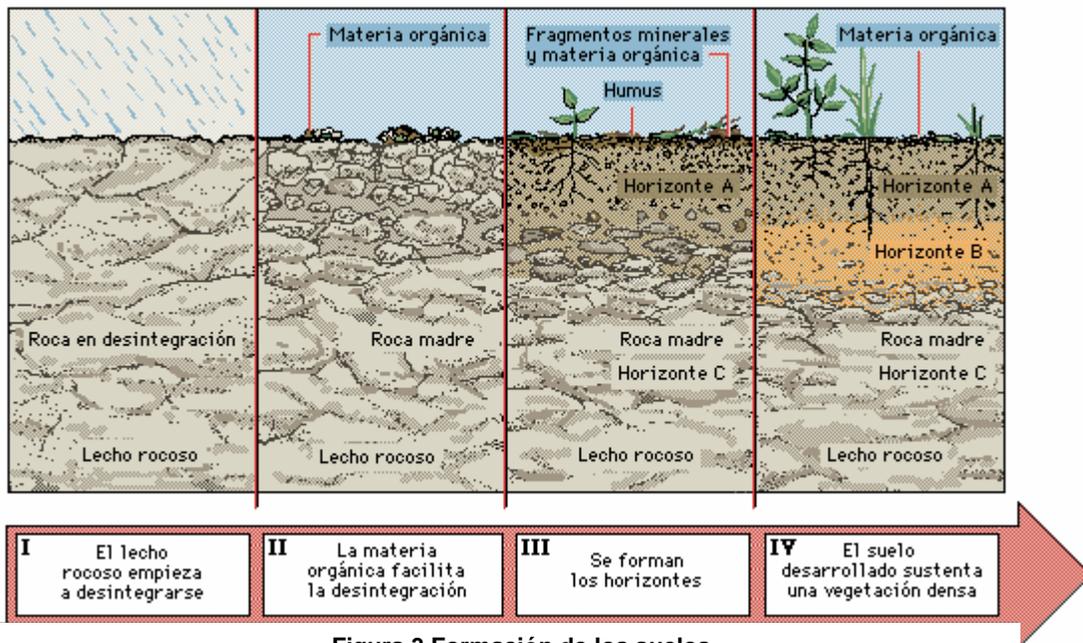


Figura 3 Formación de los suelos

El tipo de suelo marcará una gran diferencia en la migración de los contaminantes vertidos en ellos (tabla 1), A la dispersión de contaminantes en los distintos horizontes se le denomina Pluma de dispersión.

Los suelos de cada zona en el mundo tienen sus propias características físicas, químicas y biológicas. Se pueden parecer mucho, sin embargo normalmente existen variaciones aun que pequeñas pero en algunos casos pueden afectar, en función del uso para el que se destine. Por ejemplo, el contenido en nutrientes: Si el suelo ha sido enriquecido durante años con composta, será más rica en humus y en nitrógeno que otra que nunca recibió esas aportaciones y que tenga el mismo origen.

Tabla 1. Tipos de suelos.

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

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES

El petróleo es una mezcla de diferentes hidrocarburos, que dependiendo de la ubicación del campo de extracción o la ubicación del yacimiento puede contener mayores cantidades de azufre, oxígeno, nitrógeno, carbón, componentes ligeros o pesados, etcétera. Por lo que la concentración de un tipo específico de contaminante es diferente dependiendo de la ubicación del derrame o de la etapa de refinación a la cual se ha llevado el material.

Para revelar las necesidades de tratamiento será necesario realizar la cuantificación de cada uno de los componentes presentes, lo cual representaría un consumo importante de recursos humanos y financieros, además del tiempo requerido para dichas determinaciones.

En el rubro de tratamiento de suelos, el comportamiento de ciertas especies en condiciones determinadas es muy similar, por lo que se establece para fines prácticos, una clasificación genérica la cual atiende a esta similitud en su comportamiento fisicoquímico.

En México, la norma oficial NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 presenta en su contenido las definiciones de los grupos genéricos en los que se pueden clasificar la contaminación en suelo debida la presencia de hidrocarburos, mismas que se presentan a continuación:

Fracción ligera. Mezcla de hidrocarburos que contengan cadenas lineales entre 5 y 10 átomos de carbono.

Fracción media. Mezcla de hidrocarburos que contengan cadenas lineales entre 10 y 18 átomos de carbono.

Fracción pesada. Mezcla de hidrocarburos cuyo peso molecular sea mayor a un compuesto con una cadena de 18 carbonos.

Una gran cantidad de los productos petrolíferos finales contaminan ambientes marinos y terrestres. Aproximadamente¹ el 10 % de la contaminación debida a accidentes en la industria petrolera es causada por derrames de tanques, ruptura de tuberías y extracción de pozos, el 90 % restante es debido a descargas menores de las actividades industriales, que contaminan el suelo y que en muchos casos son arrastradas por las aguas continentales.

Aunque la norma contempla los límites para otros grupos genéricos, la definición de estos no es lo suficientemente amplia, por lo que a continuación se definen los grupos denominados: BTEX, HPA y TPH.

BTEX. B: Benceno, T: Tolueno, E: Etilbenceno, X: .Xileno (suma de los isómeros). BTEX es la abreviación utilizada para cuatro compuestos encontrados en los productos del petróleo. Estos cuatro químicos son a menudo encontrados juntos en los sitios contaminados.¹ Los BTEX han sido notorios debido a la contaminación de éstos en el suelo y los acuíferos. Estos efectos son normalmente ubicados en las áreas cercanas a los sitios de producción y extracción de gas natural y petróleo, estaciones petroleras y otras áreas con tanques de almacenamiento de gasolinas, naftas y en general productos relacionados con el petróleo. La concentración de BTEX y algunas veces incluyendo el naftaleno como BTEXN es muchas veces utilizado para estimar la gravedad de la contaminación y la necesidad de remediación.

HPA's. Hidrocarburos aromáticos polinucleares. Están compuestos de más de un anillo aromático, los más comunes son naftaleno, antraceno, fenantreno y trifenilo, aunque pueden presentarse especies más raras como helicenos y coranulenos en

¹ Hazardous Substance Research Centers' Technical Outreach Services for Communities. Program. TOSC Environmental Briefs For Citizens. BTEX Contamination. Michigan. 1998.

las diferentes fracciones del petróleo. Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPAs) son los de mayor toxicidad y al mismo tiempo los más recalcitrantes a los métodos convencionales de remediación.²

TPH. Hidrocarburos totales de petróleo. Se utiliza esta definición para definir el conjunto de n compuestos químicos originados de petróleo crudo. Son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente por hidrógeno y carbono. Se han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua

En este trabajo competen solo los hidrocarburos de fracción media los que incluyen a los querosenos y gasóleos.

Querosenos (p.e. 175-275 °C): Tienen compuestos C9 – C16 útiles como combustibles para aviones de propulsión a chorro, tractores y calefacción.

Gasóleo (p.e. 200- 400 °C): Tiene compuestos C15 – C25 empleados como diesel y para calefacción. Cada vez con mayor frecuencia se emplea como materia prima para la obtención de olefinas por desintegración.

Estos hidrocarburos proceden habitualmente de estaciones de servicio, bases militares y refinerías y poseen una capacidad de dispersión de baja a moderada.

2. BASES PARA EL MODELO

2.1 ESTIMACIÓN

El propósito de este tema es el de crear un fundamento que permita el estudio estadístico y probabilístico que permita obtener conclusiones acerca de los parámetros de estudio a partir de los datos obtenidos. Esto se lleva a cabo por la

²Cerniglia, C. E. 1993. Biodegradation of polycyclic aromatic. hydrocarbons. *Biodegradation* 3:351-368...

inferencia estadística la cual consiste en aquellos métodos con los que se puede realizar una estimación o generalización acerca de una población (base de datos). La inferencia se basa en la información obtenida de una muestra aleatoria, la cual en nuestro caso es la información obtenida en las fuentes bibliográficas y concentrada en la base de datos.

La inferencia estadística puede dividirse en dos áreas Principales: Estimación, pruebas de hipótesis.

2.1.1 METODOS CLÁSICOS DE ESTIMACIÓN

Una estimación puntual de algún parámetro de la población θ , como una muestra aleatoria, es un valor único θ del estadístico Φ , o función de las variables aleatorias. El estadístico que se utiliza para obtener una estimación puntual recibe el nombre de **estimador** o función de decisión, de aquí que la función de decisión S^2 , la cual es una función de la muestra aleatoria, es un estimador de varianza σ^2 y la estimación S^2 es la acción que se toma. Podemos afirmar que muestras diferentes acciones o estimaciones diferentes. No es probable obtener estos parámetros sin error, tampoco que la media aritmética, \bar{X} , estime el valor de la media estadística μ , sino mas bien es que se aleja mucho del valor real.

2.1.2 ESTIMADOR INSESGADO

Si el estadístico Φ es un estimador, cuyo valor θ es una estimación puntual de algún parámetro poblacional desconocido φ . Deseando que el valor de Φ tuviese una media igual al parámetro que se está estimando, $\mu_{\Phi} = F(\Phi) = \varphi$, si el estimador lo cumple entonces se dice que es un estimador insesgado.

2.1.3 VARIANZA DE UN ESTIMADOR PUNTUAL

Si se consideran todos los estimadores insesgados posibles de algún parámetro φ , aquel que tenga la varianza mas pequeña recibirá el nombre de **estimador más eficiente** de φ . Si Φ_1 y Φ_2 son dos estimadores insesgados del mismo parámetro poblacional φ , El que tenga la varianza mas pequeña será el estimador más eficiente, así si $\sigma^2_{\Phi_1} < \sigma^2_{\Phi_2}$, entonces Φ_1 es un estimador más eficiente que Φ_2 de φ .

Se debe tomar en cuenta que el estimador insesgado más eficiente no estima el parámetro poblacional con exactitud, pero lo que se puede afirmar es que la precisión se incrementa mientras mas grande sea la muestra. Así en muchas ocasiones se prefiere determinar un intervalo dentro del cual se esperaría encontrar el valor del parámetro. A este intervalo se le denomina **estimación por intervalo**.

2.2 ESTIMACIÓN DE LA MEDIA

La distribución de \bar{X} se centra en μ y en la mayoría de las aplicaciones la varianza es como una estimación puntual de la media poblacional μ . Recordando que $\sigma^2_{\bar{X}} = \sigma^2/n$, De tal forma que una muestra grande dará un valor de \bar{X} que surge de una distribución muestral con una varianza pequeña. De aquí que \bar{x} es probablemente una estimación muy precisa de μ cuando n (tamaño de la muestra) es grande.

Considerando un intervalo de estimación de μ si la muestra se selecciona de una población normal o, alfa de esto, si n es lo bastante grande, se puede establecer un intervalo de confianza de μ considerando la distribución maestra de \bar{X} . De acuerdo con el teorema del límite central, es de esperarse que la distribución muestral de \bar{X} tenga una distribución aproximadamente normal con media $\mu_{\bar{X}} = \mu$ y desviación estándar $\sigma^2_{\bar{X}} = \sigma^2/(n)^{1/2}$.

El intervalo de confianza de μ queda definido como:

$$x - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq x + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Para una muestra aleatoria de tamaño n de una población con varianza conocida σ^2 , donde $z_{\alpha/2}$ es el valor de z a la derecha del cual se tiene un área de $\alpha/2$.

2.3 ANALISIS GRÁFICO Y AJUSTE DE CURVAS

Es muy importante el uso de gráficos para la comprensión de fenómenos físicos que intervienen en un experimento, de allí la importancia de realizar estas curvas, a las cuales se debe de calcular una correlación de los datos en términos de una expresión analítica entre las variables que se miden. Cuando los datos se pueden aproximar a una línea recta, es fácil obtener la relación analítica; pero cuando hay cualquier otra variación funcional, por lo común se encuentran dificultades para determinar dicha relación. Una curva puede ser una función polinomial, exponencial o logarítmica complicada y presentar, en forma burda, la misma apariencia.

Así, resultará más conveniente, que se obtenga una línea recta para ciertos tipos de funciones que representara a los datos, seleccionando con facilidad el tipo de gráfica. Es común estimar la forma funcional que tomarán los datos con base en consideración teórica y en los resultados de los experimentos previos similares. La tabla 2, ilustra varios tipos de funciones y métodos de graficación que pueden usarse con el fin de producir una línea recta, muestra, también, las mediciones gráficas que se pueden realizar para establecer los valores de las diversas constantes. Se debe aclarar que una vez que se use el papel logarítmico no es necesario realizar la operación logarítmica, la escala del papel la realiza.

TABLA 2. Métodos para graficar diversas funciones para obtener líneas rectas

| Relación funcional | Método para graficar | Tipo de grafico |
|------------------------|---|-----------------|
| $y = ax + b$ | y comparada con x en papel lineal | |
| $y = ax^b$ | Ln y comparado con Ln x en papel log | |
| $y = ae^{bx}$ | Ln y comparado con x en papel semilog | |
| $y = \frac{x}{a + bx}$ | $\frac{1}{y}$ comparada con $\frac{1}{x}$ en papel lineal | |
| $y = a + \frac{b}{x}$ | y comparada con $\frac{1}{x}$ en papel lineal | |
| $y = a + b\sqrt{x}$ | y comparada con \sqrt{x} en papel lineal | |

Extracto de la tabla 3.6. "Métodos experimentales para ingenieros", Holman, 1984. P.p. 99 y 100

2.3.1. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

Etapas que se sugieren seguir para el análisis de los datos obtenidos:

1.- Examinar la consistencia del conjunto de datos: en este trabajo no se espera tener un comportamiento muy lineal, debido a que los datos recopilados no son obtenidos de forma homogénea, es decir que no se realiza el mismo experimento bajo las mismas condiciones cada vez, por lo que se espera una variación considerable en los datos obtenidos, pero si se debe observar una tendencia clara de la relación entre los datos, por esta misma razón, el coeficiente de correlación no se espera que sea muy bueno nos conformaremos con uno mayor de 70 % (0.7).

2.- Realizar un análisis estadístico del conjunto de datos. Un análisis estadístico es apropiado cuando las mediciones se han repetido varias veces. Se deben efectuar estimaciones de parámetros como la desviación estándar, etc.

3.- Estímense las incertidumbres en los resultados. Se espera que este cálculo se realice con anticipación y que se conozca la influencia de las diferentes variables.

4.- Anticipación de los resultados mediante la teoría. Se debe de revisar la teoría con anticipación al cálculo de las correlaciones para investigar la tendencia que pueden tener los datos.

5.- Correlación de datos. La correlación en este contexto se tomara como el relacionar los datos con los términos de las teorías físicas o con base en el trabajo experimental de campo ya realizado.

No se debe confundir la incertidumbre con el error. Pues la determinación del error se relaciona con la comparación de un estándar. Aun cuando todavía existe incertidumbre en el error debido a que el estándar tiene su propia incertidumbre.

3. ESQUEMA DE TRABAJO PARA UN PROYECTO DE REMEDIACIÓN DE SUELO

3.1 ACTIVIDADES QUE IMPLICA UN PROYECTO DE REMEDIACIÓN DE SUELO

Las tareas que se deben tener claras al realizar el tratamiento de un suelo son:

- ◆ **Localización y eliminación y/o control de la fuente contaminante:** En el caso de la contaminación del suelo es primordial la eliminación de la fuente contaminante. Se deberá identificando el origen del derrame de hidrocarburo y realizar las actividades necesarias para su eliminación, tales como: Obturación de la fuente, seccionamiento del ducto, paro de los equipos relacionados, entre otros. En caso de que el derrame no pueda ser fácilmente eliminado utilizando las técnicas de aislamiento.
- ◆ **Aislamiento del material contaminado:** La eliminación de la fuente implica la contención del derrame de material contaminante o la eliminación del contacto entre dicho material y el suelo, utilizando barreras físicas, instalaciones especiales para el control de derrames, operaciones de trasvase de materiales, vaciado de líneas, vaciado de tanques, uso de sistemas de desfogue, diques de contención, agentes dispersantes, etcétera.
- ◆ **Estimación del daño:** Se debe determinar el tipo y cantidad de los hidrocarburos derramados, analizar la posibilidad de migración y volatilización del hidrocarburo, verificar la posibilidad de contaminación de acuíferos, y en general afectaciones a la flora y fauna. Estableciendo de manera lo más clara posible el problema. Se deberá auxiliar con análisis de laboratorio para caracterización y dispersión del derrame y en su caso del uso de modelos o simuladores matemáticos.

- ◆ **Recuperación de materiales vertidos:** Si es posible el recuperar el vertido se debe proceder a la inmediata recuperación del material contaminante.
- ◆ **Definición de la tecnología apropiada en función al análisis técnico económico:** Proceder a la determinación de cual método o tecnología es factible técnica y económicamente para llevarse a cabo.
- ◆ **Aplicación de la tecnología.** Realizar las actividades y/o procedimientos para efectuar el tratamiento de acuerdo con los requerimientos de la tecnología a utilizar.
- ◆ **Seguimiento de la eficacia del tratamiento:** Verificar que la tecnología utilizada cumpla con los resultados esperados.
- ◆ **Liberación del material tratado:** Cumplir con los reportes y revisiones exigidas por parte del cliente y/o las autoridades correspondientes.

Puede ser que en alguno de los casos a analizar no se deban definir todos los puntos, no obstante es recomendable verificar si cada uno de éstos es aplicable.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

4.1 BIORREMEDIACIÓN

Es el que se lleva a cabo mediante la utilización de microorganismos naturales (levaduras, hongo y bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxicas o bien para el medio ambiente y la salud humana.

Se pueden realizar bajo los siguientes procedimientos:

- ❖ **Tratamientos” in situ”**: Se realiza en el lugar de la afectación, es el que requiere menos manejo, pero su aplicación resulta frecuentemente difícil de llevar a la práctica, dada la dificultad que representa el poner en íntimo contacto a los agentes limpiadores con la masa del suelo.
- ❖ **Tratamientos “on site”**: En este tratamiento el suelo se excava y se trata en el propio terreno.
- ❖ **Tratamientos “ex situ (off site)”**: Requiere de las etapas de excavación, transporte, tratamiento en las plantas depuradoras, devolución y enterramiento. Este proceso exige mayor inversiones pero es más rápido y con él se consiguen recuperaciones más completas.
- ❖ **Instalaciones portátiles**: Este es parecido al ex situ porque se realiza la excavación, transporte al sitio donde se instala la planta portátil, que puede ser junto al sitio afectado, y se devuelve el suelo tratado y se entierra donde fue la afectación.

Esta técnica se puede llevar a cabo en condiciones aerobias, si se produce en condiciones aerobias (en presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (en medio reductor)

Dentro de los aerobios están:

- ◆ Bioventeo
- ◆ Biopilas
- ◆ Atenuación natural.

La biorremediación se basa en que la cadena respiratorio, o transportadora de electrones de las células, se van a producir una serie de reacciones de oxidoreducción cuyo fin es la obtención de energía, esta cadena la inicia un sustrato

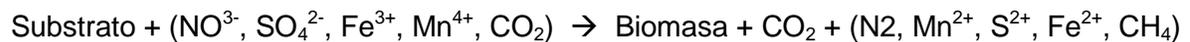
orgánico, que puede ser un compuesto hidrocarbonato, externo a la célula y actúa como dador de electrones, degradándose por la actividad metabólica de la célula.

Cuando el aceptor de electrones es oxígeno la respiración microbiana se produce se produce en condiciones aerobias y el proceso de biodegradación es de tipo aerobio, y si se utilizan sulfatos o dióxido de carbono se produce en condiciones reductoras o anaerobias y los procesos serán de tipo anaerobio.

Degradación aerobia:



Degradación anaerobia:



Los diversos factores que controlan la tasa de transformación de los contaminantes son:

- ◆ **Necesidades de nutrientes:** El metabolismo microbiano asimila y sintetiza los nutrientes que tiene al alcance, por lo principal son fósforo y nitrógeno, y en el suelo por lo regular existen concentraciones suficientes y si no se encuentran en un rango normal se pueden adicionar al medio. La relación C:N:P por lo general debe ser de 100:10:1.
- ◆ **pH del suelo:** Afecta significativamente en la actividad microbiana, siendo el rango de mayor crecimiento microbiano entre 6-8. Para variar el pH en el suelo se adicionan azufre o compuestos azufrados.
- ◆ **Temperatura:** Las especies bacterianas por lo general crecen en condiciones de temperatura en el rango de 15-45 °C (rango mesófilo), reduciéndose la

degradación por desnaturalización de enzimas a temperaturas superiores a 40 °C e inhibiéndose a inferiores de 0 °C.

- ◆ **Humedad:** El agua forma parte del crecimiento de los microorganismos, forma parte del protoplasma bacteriano y sirve como medio de transporte a través del cual los compuestos orgánicos y nutrientes son movilizados hasta el interior de las células. Por lo que existe un límite mínimo requerido de agua para realizar las funciones de los microorganismos y en presencia de grandes cantidades de agua se inhibe el crecimiento bacteriano por ser responsable de una reduce la concentración de oxígeno en el suelo. El rango óptimo varía según la técnica de biorremediación que se emplee.
- ◆ **Estructura química del hidrocarburo:** la degradación de los hidrocarburos está ligada con la estructura moléculas. Los halogenados, con cadenas ramificadas, la baja solubilidad en el agua y la diferente carga atómica parámetros que más afectan.

4.1.1 BIOVENTEO O INYECCIÓN DE AIRE

Biorrecuperación del tipo “*in situ*”, consiste en la ventilación forzada del suelo mediante inyección a presión de oxígeno en forma de aire en las zonas de no saturación del suelo a través de pozos de inyección.

4.1.2 BIOPILAS

Biorrecuperación del tipo “*ex situ*” en condiciones no saturadas, consiste en la formación de pilas de material biodegradable de dimensiones favorables, formadas por suelo contaminado y materia orgánica (compost) en condiciones favorables para el desarrollo de los procesos de biodegradación de los contaminantes. Estas pilas pueden ser aireadas de forma activa, volteando la pila o pasiva mediante tubos perforados de aireación insertados en la pila.

4.1.3 ATENUACIÓN NATURAL O INTEMPERIZADO

Biorrecuperación del tipo “*in situ*”, consiste en generar pérdida de ciertos componentes del petróleo a través de una serie de procesos naturales comienzan una vez que ocurre el derrame y continúan indefinidamente. La tasa de intemperización del petróleo varía en función de las características del producto derramado y de las condiciones climáticas existentes en el lugar del derrame.

4.2 OXIDACIÓN QUÍMICA

La tecnología de oxidación química está basada en el poder oxidativo de químicos específicos. A través de sucesivas oxidaciones los contaminantes son transformados en bióxido de carbono y agua. Algunos oxidantes son más fuertes que otros y es común calcular su fuerza oxidativa utilizando al cloro como referencia.

Los oxidantes más comunes que se utilizan en la remediación del suelo son:

Radical hidroxilo

Radical sulfato

Ozono

Persulfato de sodio

Cloro

Permanganato de potasio

Peróxido de hidrógeno

Ozono

Oxígeno

Y oxidantes combinados como perozono (ozono con peróxido), el Reactivo de Fenton (peróxido de hidrógeno en presencia de iones de hierro II), etc.

5. METODOLOGÍA

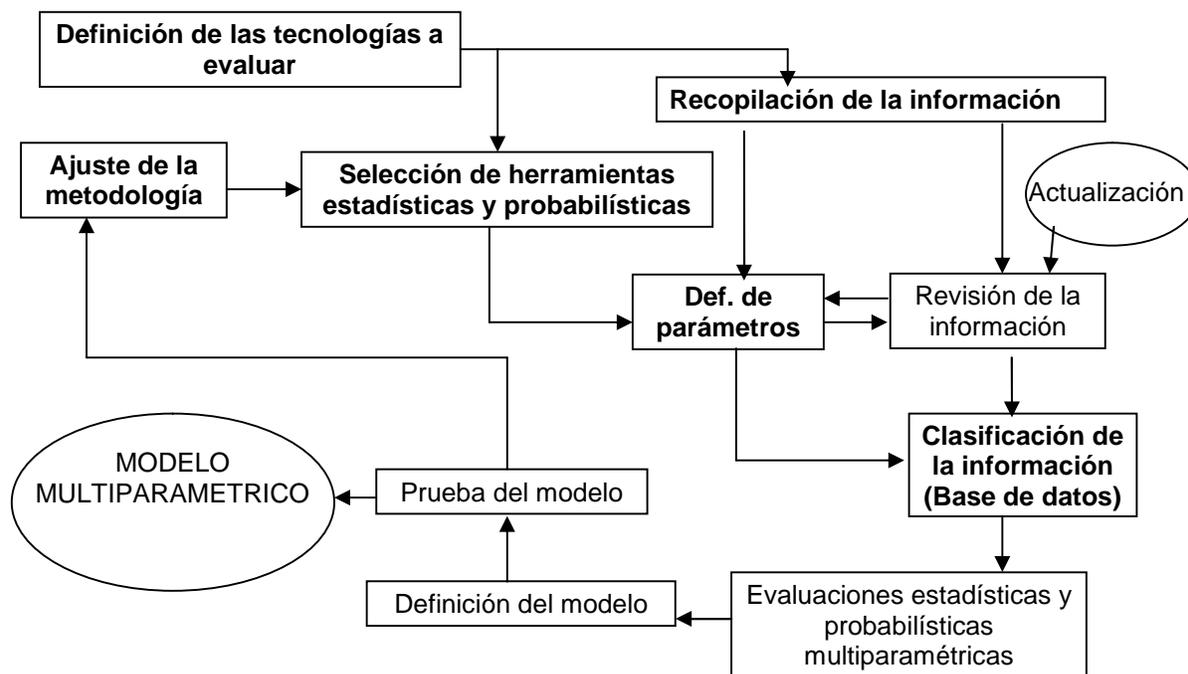


Figura 4. Esquema de la metodología a seguir

La biorremediación y Oxidación química, son las metodologías seleccionadas para realizar la evaluación en este proyecto, debido a que, como ya se mencionó, son las técnicas, más utilizadas en la remediación de los suelos contaminados con hidrocarburos.

Como primer paso para la obtención de la información se revisó la página de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (www.semarnat.gob.mx), en la cual se encuentra la relación de empresas que cuentan con autorización para la restauración de suelos contaminados (ver anexo II), identificando de esta forma las entidades que están autorizadas para realizar las actividades de remediación de suelos.

Una vez que se identificaron la empresas que pueden realizar actividades de remediación de suelos, se acudió a la página de la Secretaría de la Función Pública en su derivación denominada Compranet ® www.compranet.com.mx. En la página citada se encuentran registradas y clasificadas por empresa, las licitaciones de los

proyectos de obra pública, que han sido concursados y ejecutados. Cabe mencionar que se realizó la revisión exhaustiva y detallada de la información presentada en el dicho sitio, para todos y cada uno de los proyectos de obra pública realizados por las empresas del listado de autorizaciones en el período 2006-2007, seleccionando únicamente aquellos proyectos que proporcionaran bases de concurso, descripción y los montos correspondientes al tipo de licitación de interés para este estudio.

Una vez que se recopiló la información, se seleccionaron aquellas que compete al tipo de hidrocarburos sujetos a nuestro análisis, es decir a los proyectos de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos de fracción media (Diesel, combustóleo y querosenos). La información fue revisada detalladamente a fin de identificar la información de los parámetros relacionados con el modelo de costos a definir, tales como: tipo de contaminante, volumen de suelo tratado, costo total del proyecto de remediación, concentración del contaminante, región geográfica, tipo de tratamiento, etcétera.

Los parámetros establecidos con la información obtenida fueron integrados en los distintos campos de la base de datos. Es importante destacar que es recomendable que la base de datos cuente con un volumen de información suficiente, con lo cual se incrementaría la precisión del o los modelos desarrollados.

Posteriormente se realizó un análisis de la información con objeto de generar modelos matemáticos, mismos que fueron validados, verificando si las estimaciones de costo resultaban aceptables. En caso afirmativo el modelo fue aceptado, sin embargo cuando los modelos presentaron estimaciones no aceptables, se procedió a redefinirlo y realizar su replanteamiento o desecharlo.

Cabe destacar que los modelos que se aceptaron requerirán ser actualizados periódicamente de tal modo que se incremente la confiabilidad de éstos. Mientras mas robusta sea la base de datos, los estimados de costo resultarán más confiables.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la información arrojó como resultado los campos de nuestra base de datos (anexo I), los que a su vez, son los parámetros con los que se establecería el modelo, dichos parámetros planteados fueron: tipo de tratamiento, volumen de suelo remediado, costo total del proyecto, zona geográfica, cabe destacar que no fue posible definir más parámetros, principalmente atribuible a que la información recopilada no resultó homogénea, es decir, que no se reportan todos los parámetros definidos para el modelo en los proyectos de remediación consultados, incluso en muchos casos se tuvo la necesidad de descartarlos, debido a que no contaba con la información requerida.

Como es evidente, no se tomó en consideración los casos en los cuales se identificó que las licitaciones o proyectos fueron declarados desiertos o no ejecutados, aún y cuando se realizaron los correspondientes actos de apertura económica, puesto que en dicho caso, no es comprobable el hecho de que el costo resultaba el requerido para la ejecución de las actividades solicitadas.

Se recopilaron un total de 283 licitaciones de remediación de suelos, de las cuales solo 30 fueron consideradas para su inclusión dentro de la base de datos, imputado a que solamente éstas presentaron la información necesaria y suficiente para establecer los parámetros para el modelo de costos. En este tenor, las licitaciones que no se incluyeron en la base de datos fueron discriminadas siguiendo los siguientes criterios:

- No contenían la información mínima (no presentan volumen o costo de ejecución).
- No se referían a proyectos de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos de fracción media
- Incluían remediación de acuíferos (no separaban el costo de remediación de suelo del de remediación del acuífero) y de trabajos extras a la remediación, lo que hace mas costoso el proyecto y no por la remediación misma, etcétera.

Es importante hacer notar que la información recopilada es insuficiente para realizar el estudio, tal y como se había conceptualizado en un inicio, sin embargo, se registraron y ordenaron los datos, de forma tal que la información pueda ser retomada con facilidad, en el caso de que se logre ampliar el estudio para incluir información de los otros parámetros (región, concentración, tipo de suelo, etcétera) que en este caso no pudieron ser utilizados.

El análisis gráfico y ajustes de las curvas se muestran en el anexo III, en la tabla 3 se muestran los resultados de dicho análisis.

De acuerdo con el coeficiente de correlación que nos dice que tanto se ajustan los datos reales del costo de remediación al modelo obtenido. Podemos decir que: Los modelos con un coeficiente de correlación más alto son los que se deben analizar, para determinar si dan una precisión aceptable.

La primera selección de los modelos es por el coeficiente de correlación que tienen, a pesar de que se entiende que en el caso que nos compete, al no ser un mismo experimento que se repite para obtener un resultado similar no se requirió ser tan estricto con la selección. Los modelos que se seleccionaron haciendo esta primera discriminación se muestran en la tabla 4.

El segundo parámetro discriminatorio fue el porcentaje de desviación de los costos, cuyos cálculos y análisis de éste se muestran en el anexo IV.

Tabla 3. Resultados del análisis y ajuste de curvas de la base de datos

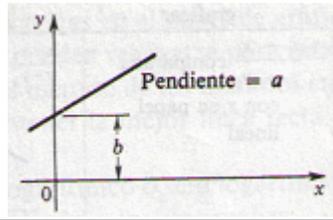
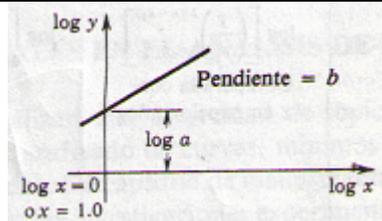
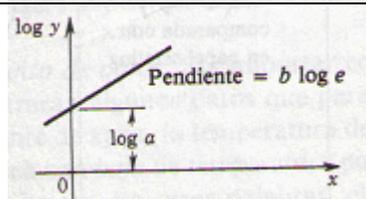
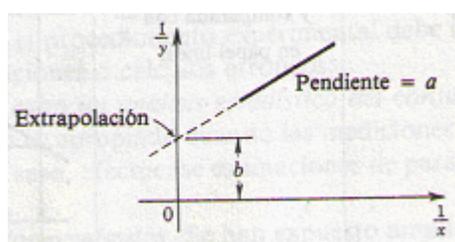
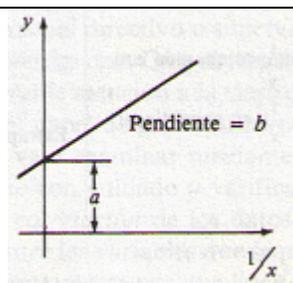
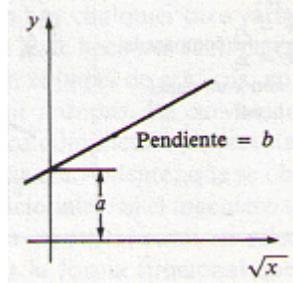
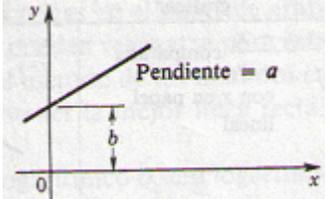
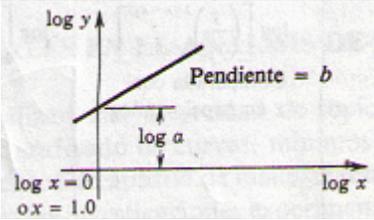
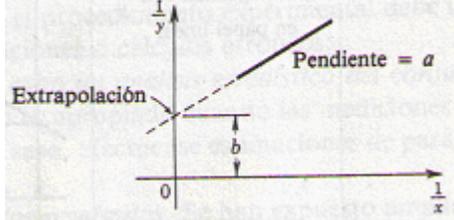
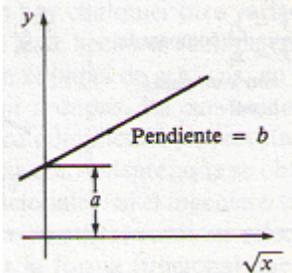
| Relación Funcional | Ec. Obtenida | Método para graficar | Coefficiente de correlación | Tipo de grafico |
|------------------------|--|---|-----------------------------|---|
| $y = ax + b$ | $C = 89.869V + 1,000,000$ | Costo total contra volumen tratado en papel lineal | 0.95 |  |
| $y = ax^b$ | $C = 6,744V^{0.641}$ | Ln y comparado con Ln x en papel log | 0.7397 |  |
| $y = ae^{bx}$ | $C = 14.143e^{0.00001V}$ | Ln y comparado con x en papel semilog | 0.357 |  |
| $y = \frac{x}{a + bx}$ | $C = \frac{V}{0.0019 + 0.0000002V}$ | $\frac{1}{y}$ comparada con $\frac{1}{x}$ en papel lineal | 0.9437 |  |
| $y = a + \frac{b}{x}$ | $C = 3 \times 10^6 + \frac{-8 \times 10^8}{V}$ | y comparada con $\frac{1}{x}$ en papel lineal | 0.0463 |  |
| $y = a + b\sqrt{x}$ | $C = -1 \times 10^6 + 41,098\sqrt{V}$ | y comparada con \sqrt{x} en papel lineal | 0.9038 |  |

Tabla 4. Modelos que se analizaran para su posterior validación

| Denominación del Modelo | Ec. Obtenida | Coefficiente de correlación | Tipo de grafico |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| Modelo lineal | $C=89.869V+1 \times 10^6$ | 0.95 |  |
| Modelo 1 Logarítmico | $C=6,744V^{0.641}$ | 0.7397 |  |
| Modelo 2 inverso | $C = \frac{V}{0.0019 + 0.0000002V}$ | 0.9437 |  |
| Modelo 3 Raíz | $C = -1.2268 + 0.0411\sqrt{V}$ | 0.9038 |  |

El resultado del análisis del porcentaje de desviación se reduce a la siguiente tabla 5

Tabla 5. Promedio del por ciento de desviación

| | Modelo lineal | Modelo 1 Logarítmico | Modelo 2 Inversa | Modelo 3 Raíz |
|-----------|---------------|----------------------|------------------|---------------|
| %desvprom | 65 | 36 | 36 | 61 |

El valor más alto representa un distanciamiento de los costos del modelo con los costos reales por lo que el modelo de costos mas alejado de los costos reales es el Modelo lineal y los Modelos 1 logarítmico y el Modelo 2 inversa son los modelos que asemejan los costos reales.

El análisis de la desviación económica con un costo total de \$75, 565,128.46 para el volumen de suelo total tratado de 418,058.58 m³, incluyendo los 30 casos de la base de datos, calculando el costo unitario se tienen \$180.75 por cada m³ de suelo tratado que comparado con el costo unitario total producido en el análisis de cada modelo se tiene la siguiente tabla 6, en donde se puede apreciar que los modelos que mas se acercan al real son el Modelo 1 logarítmico seguido del Modelo lineal.

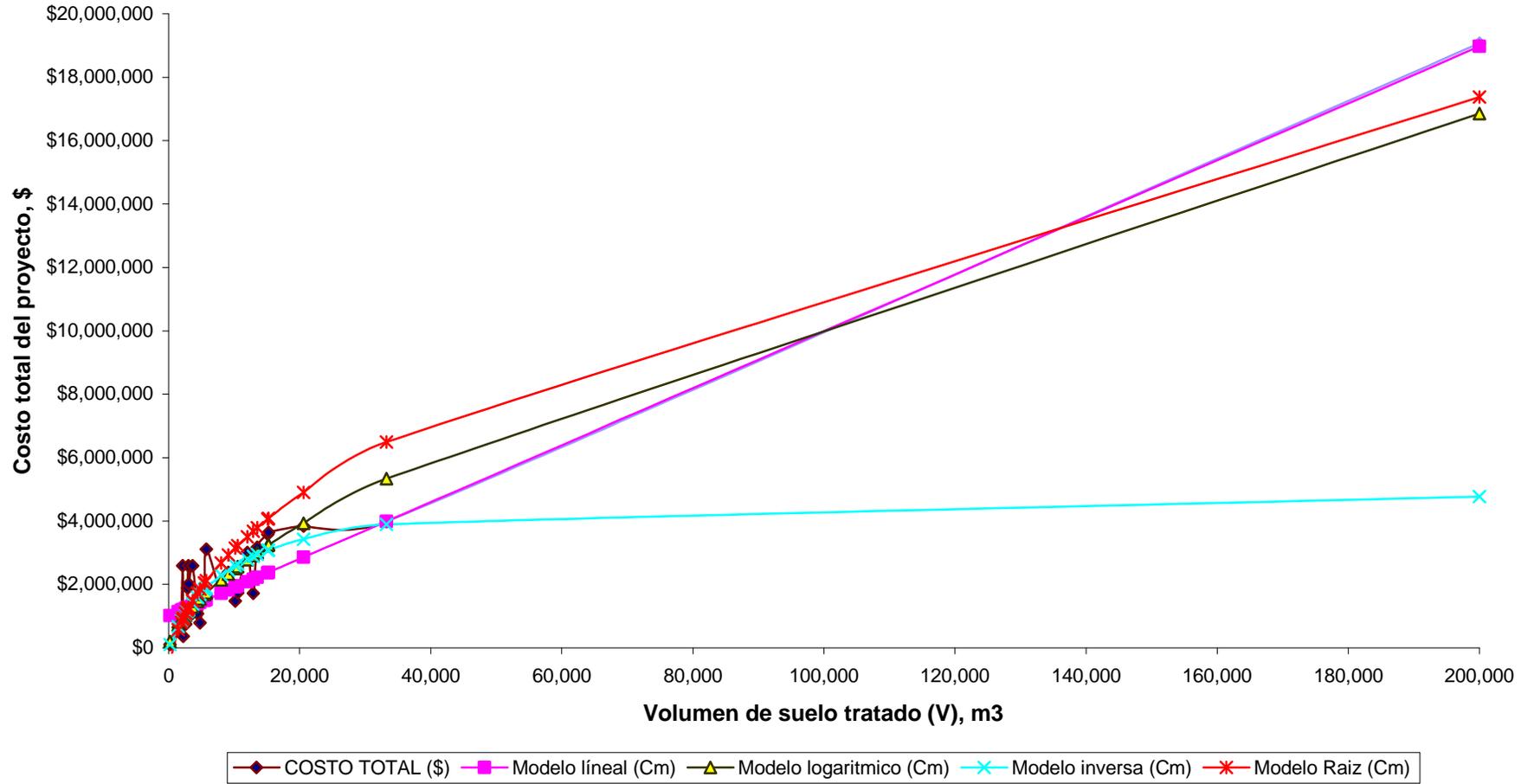
Tabla 6. Comparación del costo unitarios real con los costos unitarios de cada modelo

| MODELO PROPUESTO | Modelo lineal | Modelo 1 logarítmico | Modelo 2 inversa | Modelo 3 Raíz |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| Costo total real | \$69,061,773.62 | \$73,259,728.71 | 60,362,164.74 | \$84,270,993.47 |
| <i>% de DESVIACIÓN</i> | 8.61% | 3.05% | 20.12% | 11.52% |
| Costo unitario | \$165.20 | \$175.24 | \$144.39 | \$201.58 |

Se puede decir que todos los modelos analizados entran dentro del rango $\pm 30\%$ (Rango normalmente aceptado para análisis preliminares de costos).

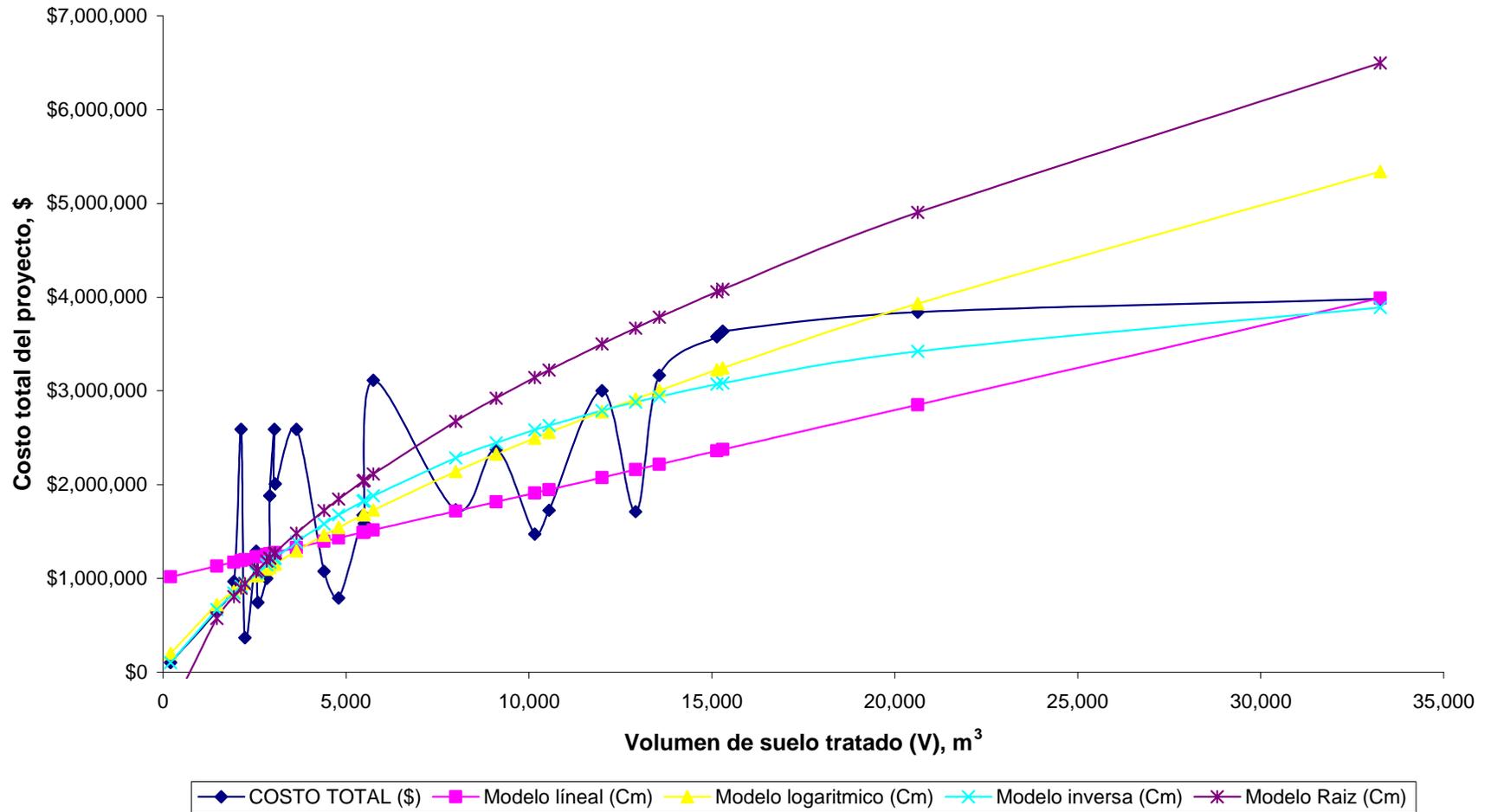
Como se puede apreciar en los análisis realizados el modelo de costos que se ajusta a los costos reales es el Modelo logarítmico, debido a que en el análisis de porcentaje de desviación tiene junto con el Modelo 2 inversa el valor más bajo (38% desviación, en ambos casos), en el análisis de desviación económica es el valor más cercano al valor real de costos en un rango de $\pm 3.05\%$ a pesar de que el coeficiente de correlación es relativamente bajo (0.7397). Esto se ilustra en los gráficos I y II, que a continuación se muestran.

Grafico I comparativo de los diferentes modelos propuestos



Eliminando el último punto, con el fin de lograr ver el comportamiento de todas las curvas, en el rango del costo de \$500,000.00 a \$8,000,000.00, tenemos el grafico II.

Grafico II comparativo de los diferentes modelos propuestos



Las variaciones de los costos totales reales son debido a la indiscriminación de los parámetros seleccionados

En estos gráficos podemos apreciar claramente que cada Método tiene un rango donde la estimación del costo se aleja mucho del costo real e incluso dan valores negativos, este inconveniente se puede solucionar acotando sus rangos de estimación. Es decir establecer un rango de volumen de suelo tratado al que se puede aplicar cada modelo. Con ayuda del grafico II se puede decir que el Modelo lineal se puede utilizar en un rango de volúmenes de suelo tratado entre 2,500 a 14,000 m³, el Modelo 1 logarítmico entre 1 a 24,000m³, Modelo 2 inversa entre 1 a 21,000 m³ y el Modelo 3 Raíz entre 1,000 a 21,000m³.

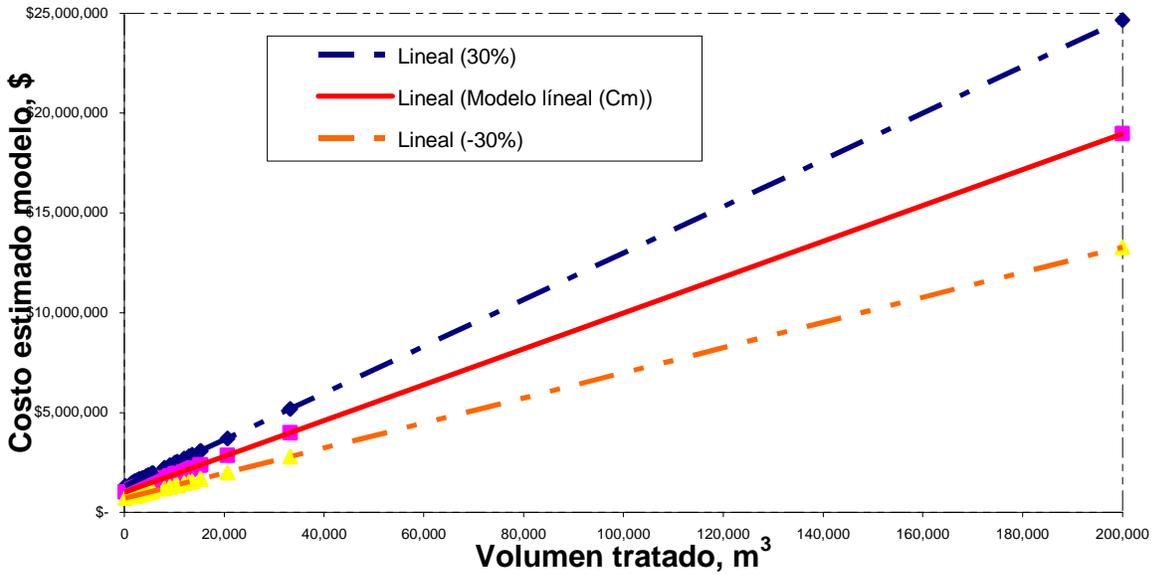
Los costos obtenidos a través de los modelos podrán ser actualizados por tiempo tomando como base el año 2007, puesto que la mayor parte de los datos analizados corresponden a dicho año.

7. CONCLUSIONES

- En este modelo se logró relacionar exitosamente el volumen del material a tratar con el costo unitario de tratamiento, lo anterior debido a que la mayor parte de los documentos revisados cuentan con valores para ambos parámetros.
- No se cuenta con información para relacionar el costo con el tipo de tratamiento o con la concentración de contaminante. Los documentos revisados no presentan información relacionada con estos parámetros.
- No se cuenta con información suficiente para evaluar la oxidación química, ya que no se identificaron documentos que contuvieran información de proyectos y por lo tanto de los costos asociados con esta tecnología.
- No se logró obtener suficiente información para establecer el parámetro de localización geográfica debido a que en las zonas sur y centro del país se cuenta con poca información. Por lo que en los modelos obtenidos se considera una infraestructura homogénea en el territorio nacional.
- Durante el desarrollo de la investigación se detectó un volumen importante de información para realizar un modelo para contaminación de suelos con hidrocarburos de fracción ligera.
- A continuación se muestran los modelos obtenidos y sus respectivos gráficos. Es importante destacar que todos ellos cumplen con la precisión requerida para un estimado de costos preliminares, es decir $\pm 30\%$ (ver anexo V):

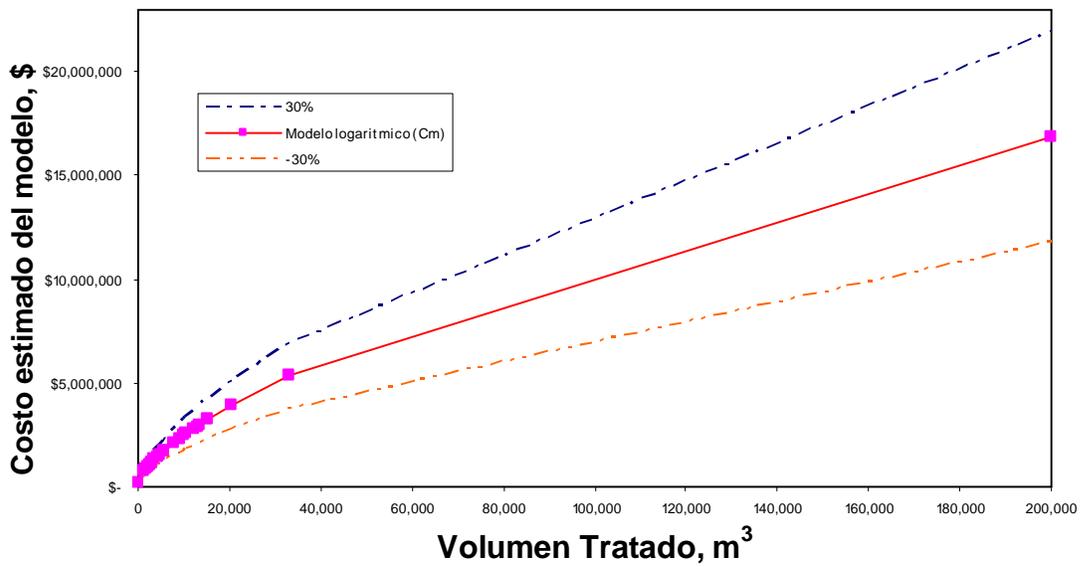
a) $C = 89.869V + 1,000,000$

MODELO LÍNEAL



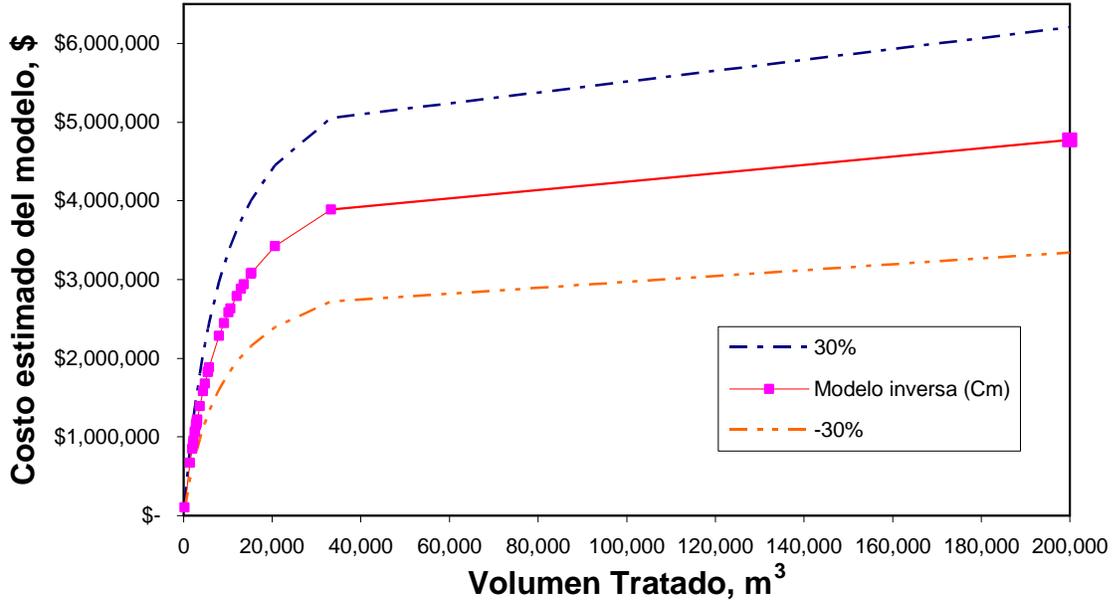
b) $C = 6,744V^{0.641}$

MODELO LOGARITMICO



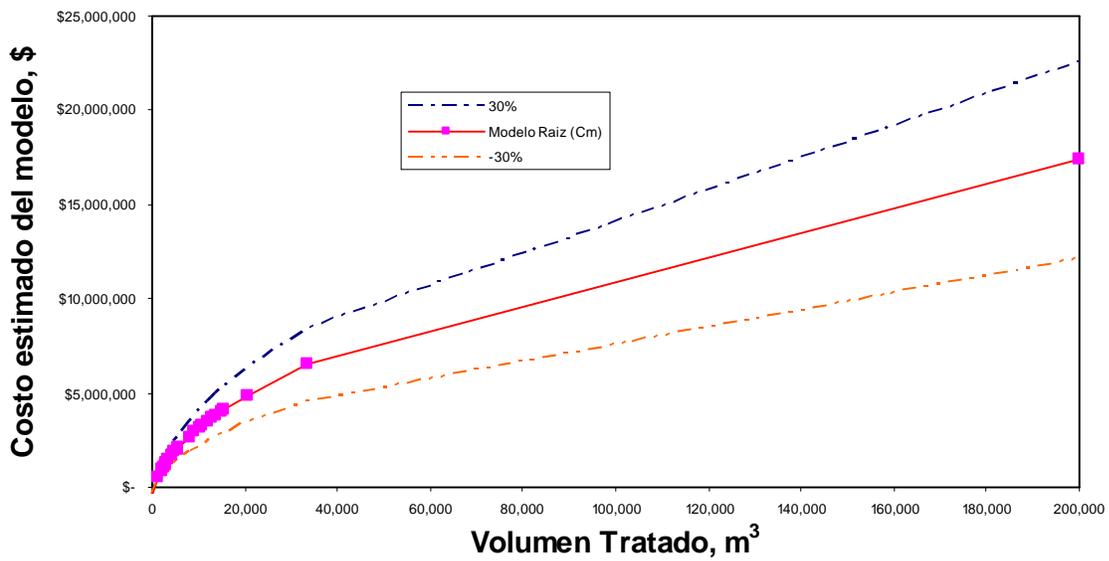
$$c) C = \frac{V}{0.0019 + 0.0000002V}$$

MODELO INVERSA



$$d) C = -1 \times 10^6 + 41,098 \sqrt{V}$$

MODELO RAÍZ



8. BIBLIOGRAFIA

1. NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación".
2. Chatterjee S., Price B., Regresión Análisis by Example, 2ª ed. John Wiley & Sons, Nueva York, 1991.
3. Baca G., Evaluación de proyectos, Mc Graw Hill, Mexico 1987, pp. 20-39
4. Walpole R. y Myers R., Probabilidad y Estadística, 4ª ed., Mc Graw Hill, Mexico 1990, Cap. 7 pp. 241-265, Cap. 10 419-442
5. Montgomery, D.C. y Peck, E. A., Introduction to Linear Regression Analysis, John Wiley and Sons, Nueva York, 1982.
6. Secretaría de la Función Pública Compranet ®. gob. www.compranet.com.mx
7. Hazardous Substance Research Centers´ Technical Outreach Services for Communities. Program. TOSC Environmental Briefs For Citizens. BTEX Contamination. Michigan. 1998.
8. Cerniglia, C. E., Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons Biodegradation, 1993. 3: 351-368.
9. Holman J. "Métodos experimentales para ingenieros". Cuarta ed. Mac Graw Hill. México, 1985. P.p. 99 y 100
10. Volke T. y Velasco J. "Tecnologías de remediación para suelos contaminados". INE-Semarnat 2002. P.p. 19, 55.

F. ANEXOS



ANEXOS I

Base de datos

ANEXOS II

Tabla de empresas con autorización para la restauración de suelos contaminados

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| No. AUTORIZACIÓN | EMPRESA | DOMICILIO | ESTADO | MUNICIPIO | TIPO DE RESIDUOS | CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN TON/AÑO | FECHA DE EXPEDICIÓN Y VIGENCIA | |
|---------------------|---|---|------------|---------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------|
| | | | | | | | INICIO | TÉRMINO |
| 9-3B-PS-V-11-2003 | Arquitectura del Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Aragón No. 123 Col. Álamos 03400, Tel: 5365-1828 Fax: 5365-7153 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con gasolina, aceite, combustóleo, petróleo crudo, gas avión, emulsiones de asfalto con hidrocarburos poliaromáticos | 950000 | 26-Mar-03 | 26-Jun-08 |
| 3-3-PS-V-08-2003 | Asesoría y Servicios Analíticos, SA de CV | Chiapas No. 2040 Col. Frac. Perla 23040 Tel: 01 (112) 301-63 Fax: 301-02 | BCS | La Paz | Suelos Contaminados con hidrocarburos | 67500 | 18-Mar-03 | 18-Mar-08 |
| 15-104-PS-V-27-2004 | B Water Company, SA de CV | Marsella No. 12-B, Frac. Valle Dorado, Tlalnepantla 54020, Tel: 01(5) 3700-598 Fax: 01(5) 3702-369 | México | Tlalnepantla | Suelos Contaminados Con hidrocarburos, sedimentos de tan que de almacenamiento de hidrocarburos, grasas orgánicas y aceite de motor | 3600000 | 31-Mar-04 | 31-Mar-08 |
| 27-4-PS-V-61-2004 | Corporativo de Servicios Ambientales, SA de CV | Privada de las Palmas No. 133 Frac. Paseos del Usumacinta Tabasco 2000, Tel. 01 (93) 16-66-62 fax: 01 (93) 16-66-63 | Tabasco | Villahermosa | Recortes de perforación con lodos de emulsión inversa, lodos del separador API y cárcamos, lodos sin tratar de tanques de almacenamiento y suelos contaminados con hidrocarburos | 1374000 | 23-Jul-04 | 21-Jul.-09 |
| 19-39-PS-IV-13-95 | Constructora y Perforadora Azteca, S.A. De C.V. | Río Verde No. 109, Col. Miravalle | Nuevo León | | Lodos de perforación contaminados con hidrocarburos y restauración de áreas superficiales contaminadas con hidrocarburos | | 06-Abr-95 | INDEFINIDA |
| 30-131-PS-V-50-2004 | Compañía Cars de México, SA de CV | Calle 16 NO. 511, Col. Cazonos, Tel. 01 (782) 82 23 034 | Veracruz | Poza Rica | Suelos contaminados con hidrocarburos ligeros, semi-intemperizados e intemperizados lodos aceitosos, cárcamos y API | 426200 | 11-Jun-04 | 11-Jun.-09 |
| 9-15-PS-V-24-2003 | Consultoría Ambiental, Estudios y Proyectos, SA de CV | Retorno No. 51 de Av. Del Taller, Edif. 4 Depto. 6410 Col. Jardín Balbuena DF | DF | Venustiano Carranza | Lodos Aceitosos y Suelos Contaminados | 542500 | 26-May-03 | 26-May.-08 |
| 16-53-PS-V-04-2003 | Ecología 2000, SA de CV | Privada de Herreros de San Felipe Col. Vasco de Quiroga 58230 Tel: (4) 324-21-05 | Michoacán | Morelia | Suelos contaminados con Combustoleo, crudo, diesel aceites, gasolina, turbosina, gasa-avión y ácidos | 14500 | 07-Feb-03 | 07-Feb-08 |
| 5-4-PS-V-49-2004 | Ecolimpio de México, SA de CV | Carr. Antigua a Arteaga KM. 605 CP. 25298, Tel 01 (844) 413 30 00 | Coahuila | | Sedimentos, lodos, suelos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 940000 | 26-May-04 | 26-May.-09 |
| 9-7-PS-V-PS-31-2004 | Gaan Consultores, S.A. de C.V. | Carlos Pereyra No. 63 entre Coruña y Santa Anita, Col. Viaducto Piedad, C.P. 08200, Tel 3095 32 51, 3095 32 52, | DF | Iztacalco | Suelo y subsuelo contaminados con Hidrocarburos | 45000 | 22-Abr-04 | 22-Abr.-09 |
| 29-9-PS-V-51-2003 | Geo Estratos, SA de CV | Calle 7 Col. Jardín 20 de Noviembre CP. 89440, Tel. 01- | Tamaulipas | Cd. Madero | Hidrocarburos intemperizados, semi-intemperizados y ligeros, | 550000 | 13-Ago-03 | 13-Ago.-08 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|---|--|------------|-------------------|---|---------|------------|------------|
| | | 833-2-10-55-91,43 | | | suelo contaminado con hidróxido de sodio e hidrocarburos | | | |
| 14-39-PS-V-79-2003 | Germen, SA de CV | Calle L. A. Beethoven No. 5216 Depto. 1, Col. La Estancia Residencial, Tel. 01 (33) 3673 5020 | Jalisco | Zapopan | suelos contaminados con hidrocarburos y | 1375000 | 11-Dic.-03 | 11-Dic.-08 |
| 9-11-PS-V-37-2004 | King, Mexicana, SA de CV | Calle Santurce No. 10025 Col Residencial Zacatenco, C.P. 07369, Tel. 5254-3438 Fax.5254-3442 | DF | Gustavo A. Madero | Lodos Aceitosos, Suelos Contaminados con hidrocarburos | 47000 | 18-May-04 | 18-May.-09 |
| 27-4AB-PS-V-06-2002 | Louisiana Remediation Company de México, S. De R.L. De C.V. | Calle Principal No. 250, Entrada a las Brisas, Col. Emiliano Zapata. Villahermosa Tel. 01 (993) 337 9752 | Tabasco | Villahermosa | Lodos de emulsión inversa y recortes de perforación de pozos petroleros | 300000 | 17-Sep-02 | 17-Sep-07 |
| 27-4-PS-V-03-2004 | Respuesta Tecnológica, SA de CV | Calle Sacramento Col. Bosques de Villahermosa C.P. 86035, Tel. 01(9)316-53-96 | Tabasco | Villahermosa | Suelos contaminados con hidrocarburos y derivados, fondos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos y derivados | 500000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 30-39-PS-V-20-2004 | Restauración y Saneamiento del Golfo, SA de CV | Carretera Costera del Golfo No. 136-A Col. Palma Sola Tel. 01 (921) 214-40 60 Fax. 214-40-60 | Veracruz | Veracruz | Lodos de emulsión inversa, recortes de perforación de pozos petroleros, lodos de separadores API y cárcamos, lodos sin tratar de tanques de almacenamiento y suelos contaminados con hidrocarburos y sales | 1174000 | 18-Mar-04 | 18-Mar.-09 |
| 28-38-PS-V-01-94 | Tecnología Especializada de Control Ambiental, S.A. De C.V. | Álvaro Obregón No. 103 Col. Oriente Desp.-604 Zona Centro | Tamaulipas | Cd. Madero | Lodos plumizos y aceitosos originados por la sedimentación en tanques de almacenamiento de productos petroleros, separadores API, tierras contaminadas con derrames de hidrocarburos líquidos y recortes de perforación | 360000 | 05-Sep-94 | INDEFINIDA |
| 30-108-PS-V-30-2004 | Grupo Industrial Versur, S.A. de C.V. | Av. Justo Sierra No. 98-C, Col. Centro, Tel. 01 (922)222 9675 | Veracruz | Minatitlán | Suelos contaminados por hidrocarburos, lodos de emulsión inversa, recortes de perforación de pozos petroleros, lodos de separadores de grasas y aceites API, cárcamos y lodos sin tratar de tanques de almacenamiento de crudo y/o hidrocarburos, y flora contaminada con hidrocarburos | 420000 | 31-Mar-04 | 31-Mar.-09 |
| 9-6-PS-V-05-2004 | Flores y Ríos, S.A. de C.V | Ignacio Altamirano No. 114-201 B Col. San Rafael, México, DF, Tel. 55 35 23 31 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos contaminados con hidrocarburos | 680560 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 27-4AB-PS-V-08-2002 | Saint Martín Construcciones, SA de CV | Av. Mario Brown Peralta No. 221 Col. Atasta de Serra, Tel. 01 (93) 51-22-52 51-54-88 51-54-89 | Tabasco | Villahermosa | Lodos de emulsión inversa, recortes de perforación de pozos petroleros, lodos de separadores API, cárcamos y lodos sin tratar de tanques | 400000 | 19-Dic-02 | 19-Dic-07 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|------------|-------------------|---|--------|------------|------------|
| | | | | | de almacenamiento | | | |
| 9-1-PS-V-13-2004 | Bularcama, S.A. de C.V. | Miguel de Mendoza No. 58, Col. Merced Gómez, Tel. 5651 18 42 | DF | Gustavo A. Madero | Suelos contaminados con hidrocarburos | 70000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 8-79-PS-V-18-2004 | Servicios Ambiotrat, S.A. de C.V. | Calle 35 No. 802, Col. Obrera, Tel. 01 (614) 437 13 73 | Chihuahua | Chihuahua | Suelos contaminados con TPH's | 465000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 28-3-PS-V-53-2004 | Ecología y Proyectos Ambientales, S.A. de C.V. | Calle Jazmín No. 30-B, Col. Monte Alto, C.P. 89600, Altamira, Tel. 01 (833) 224 02 18, Fax 01 (833) 224 02 19 | Tamaulipas | Altamira | Suelos o lodos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo | 70000 | 23-Jun-04 | 23-Jun.-09 |
| 9-11-PS-V-21-2004 | Residuos Industriales Multiquim, S.A. De C.V. | Bosques de Duraznos No. 65, Desp. 207 Col. Bosques de las Lomas Tel. 52-45-23-65 / 52-45-23-66 Fax. 52-51-89-17 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos contaminados con petróleo crudo, combustóleo, diesel, keroseno, aceites lubricantes, aceites combustibles ligeros, gasolina, recortes de perforación | 110000 | 2-Mar-04 | 2-Mar.-09 |
| 11-7-PS-V-51-2005 | Biotecnología al Servicio Ambiental, S.A. de C.V. | Calle Rivapalacio No. 307, Col. Alameda, Tel. 01 (461) 612 54 59 Fax 612 54 27 | Guanajuato | Celaya | Lodos de emulsión inversa, recortes de perforación, lodos de separadores API y cárcamos, y lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 300000 | 10-Jun.-04 | 10-Jun.-09 |
| 9-11-PS-V-72-2004 | Zublin Ambiental, S.A. de C.V. | Conv. de Tepetzotlán No. 13 Desp. 23 y 24, Col. Frac. Jardines de Sta. Mónica C.P 54050 Tel. 11 06 25 90, 11 06 25 89 | México | Tlalnepantla | Suelos y lodos contaminados con hidrocarburos alifáticos, compuestos fenólicos, hidrocarburos aromáticos monocíclicos, hidrocarburos policíclicos..... | 575000 | 2.-Sep.-04 | 2-Sep.-09 |
| 9-3-PS-V-70-2004 | Remediaciones Ecológicas, S.A. de C.V. | Montecito No. 38, Piso 1, Of. 14, Col. Nápoles, Benito Juárez | DF | Benito Juárez | Lodos de emulsión inversa, recortes de perforación, lodos de separadores de grasas, cárcamos y lodos sin tratar y suelos contaminados con hidrocarburos | 584000 | 02-Sep-04 | 2-Sep.-09 |
| 24-4-PS-V-80-2004 | Proveedores y Servicios Especializados del Sureste, S.A. de C.V. | Cactus No. 111, Col. José Colombo, Villahermosa Tel. 01 993 354 20 40 | Tabasco | Villahermosa | Suelos contaminados con hidrocarburos, recortes de perforación, Lodos de separadores API y cárcamos y lodos sin tratar de tanques de almacenamiento | 100000 | 20-Sep-04 | 20-Sep.-09 |
| 9-3-PS-V-62-2004 | Danca Environmental Inc, S.A. de C.V. | Camino al desierto de los Leones No.35, Col. San Angel Inn, | DF | Álvaro Obregón | Suelos contaminados con hidrocarburos, lodos de emulsión inversa, recortes de perforación de pozos petroleros... | 660000 | 04-Ago-04 | 4-Ago.-09 |
| 15-106-PS-V-76-2004 | Francisco Arturo Vallejo Garay | Antonio Albarran No. 608, 7-A Villas Fontana II, Col. Capultitlan | México | Toluca | Suelos contaminados por hidrocarburos | 273750 | 13-Sep-04 | 13-Sep-09 |
| 15-104-PS-V-12-2004 | Sanvic Ingeniería, S.A. de C.V. | Marsella No. 12-B, Frac. Valle Dorado, Tlalnepantla 54020, Tel: 5370 05 | México | Tlalnepantla | Suelos contaminados con hidrocarburos | 60000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|------------|------------------------|--|---------|-----------|------------|
| | | 98 | | | | | | |
| 9-3-PS-V-14-2004 | Techno Saneamientos, S.A. de C.V. | Luz Saviñón No. 718-K, Col. Del Valle, Tel. 5682-5888 | DF | Benito Juárez | Suelos, sedimentos y lodos contaminados con hidrocarburos | 650000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 27-4-PS-V-06-2004 | Comercial en Fletes México, S.A. de C.V. | Km. 8 Carr. Villahermosa-Cárdenas. Rancho Anacleto Canabal 4ta. Sección., Tel. 01 (993) 337 90 30 al 35 | Tabasco | Villahermosa | Suelos contaminados con hidrocarburos y metales pesados, lodos de separadores API y cárcamos y lodos se tanques de almacenamiento | 249600 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 30-108-PS-V-11-2004 | Procesos Biológicos de Alta Calidad, S.A. de C.V. | Heróico Colegio Militar esquina Calle 1, Col. Petrolera, Tel. 01 (922) 223 05 01 | Veracruz | Minatitlán | Suelos contaminados con hidrocarburos | 365000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 5-30-PS-V-10-2004 | Preservación Industrial y Medio Ambiente, S.A. de C.V. | La Palmilla No. 209, Col. Real de Peña, Tel. 01 (844) 485 10 20 | Coahuila | Saltillo | Suelos contaminados con hidrocarburos | 200000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-08 |
| 27-4-PS-V-04-2004 | Grupo Restaurador Petrolero, S.A. de C.V. | Economía No. 116-A, Col. López Mateos, Tel. 01 (933) 14 32 61 | Tabasco | Villahermosa | Suelos contaminados con hidrocarburos, lodos de tanques de almacenamiento y presas API) | 350000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 30-39-PS-V-15-2004 | Proyectos y Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Ignacio de la Llave No. 303-0 Col. Centro, Tel. 01(921) 212 90 04 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos y sedimentos de tanques de almacenamiento contaminados con hidrocarburos | 150000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 9-3-PS-V-02-2004 | David-Garza, S.A. de C.V. | Av. Cuauhtémoc No. 652, Col. Narvarte, DF, Tel. 56 39 69 49 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos contaminados con hidrocarburos, ácidos y bases | 160000 | 16-Feb-04 | 16-Feb.-09 |
| 9-6-PS-V-19-2004 | Territorio y Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Puebla No. 151- Desp. 11 Casa L P.B. Col. Roma, Cuauhtémoc, Tel. 55 52 08 27 94 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos contaminados con hidrocarburos | 273750 | 2-Mar-04 | 2-Mar.-09 |
| 9-14-PS-V-26-2004 | Consultaría e Investigaciones en Medio Ambiente, S.C. | San Marcos No. 102, Col. Tlalpan, Tel. 56 73 28 45 Fax 56 55 60 48 | DF | Tlalpan | Suelos contaminados con Cromo hexavalente | 12960 | 30-Mar-04 | 30-Mar.-09 |
| 19-46-PS-V-28-2004 | Procesos y Tecnologías Ambientales, S.A. de C.V. | Lázaro Cárdenas No. 2400 B 21, Col. Residencial San Agustín, Tel. 01 (81) 81 52 21 00 | Nuevo León | San Pedro Garza García | Sedimentos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 50000 | 31-Mar-04 | 31-Mar.-09 |
| 9-6-PS-V-29-2004 | Defensa Industrial y Ambiental, S.A. de C.V. | Ejercito Nacional No. 27-2002, Col. Verónica Anzures, Tel. 52 60 66 02 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburos, lodos de separadores de grasas y aceites API, lodos provenientes de cárcamos y tenues de almacenamiento sin tratar y vegetación impregnada de hidrocarburos | 700000 | 31-Mar-04 | 31-Mar.-09 |
| 9-3-PS-V-22-2004 | Grupo Bartlet, S.A. de C.V. | Andalucía No. 562entre Álamos y Xola, Col Benito Juárez, Tel. 55 90 90 95 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1440000 | 22-Abr-04 | 22-Abr.-09 |
| 17-7-V-PS-32-2004 | Energía y Ecología de México, S.A. de C.V. | Calle Puebla No. 183, Col. San Ángel, Tel. 55 54 35 82 | DF | Álvaro Obregón | Suelos contaminados con hidrocarburos | 4500000 | 22-Abr-04 | 22-Abr.-09 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|------------|-------------------|--|---------|-----------|-----------|
| 14-39-PS-V-39-2004 | INAMBIO, S.A. de C.V. | Av. Chapultepec Sur No. 223-51, Col. Americana, Tel. 01 (33) 38 27 07 52 Fax 38 27 16 40 | Jalisco | Guadalajara | Suelos contaminados con hidrocarburos | 56220 | 18-May-04 | 18-May-09 |
| 28-9-PS-V-34-2004 | Trasportes Prevac, S.A. de C.V. | Bahía Adair Lote 12 Mz. 4, Parque de la Pequeña y Mediana Empresa., Tel. 01 (833) 260 00 23 Fax 260 00 24 | Tamaulipas | Altamira | Suelos contaminados con hidrocarburos | 10000 | 18-May-04 | 18-May-09 |
| 28-9-PS-V-36-2004 | Bisell Construcciones, S.A. de C.V. | Av. Tamaulipas 3000-E, Col. Miramar, Cd. Madero, Tel. 01 (833) 269 00 84 Fax 269 00 85 | Tamaulipas | Cd. Madero | Suelos contaminados con hidrocarburos | 15000 | 18-May-04 | 18-May-09 |
| 28-38-PS-V-35-2004 | Ingeniería Ecológica del Golfo, S.A. de C.V. | 5 de febrero 905 Pte., Col. Obrera, Tel. 01 (833) 210 09 39 Fax 221 36 20 | Tamaulipas | Tampico | Suelos contaminados con hidrocarburos | 10000 | 18-May-04 | 18-May-09 |
| 9-6-PS-V-57-2004 | ERM México, S.A. de C.V. | Mazatlán No. 96, Col. Condesa, Tel. 52 55 52 11 00 90 | DF | Cuauhtémoc | Suelos contaminados con materiales o residuos peligrosos | 75000 | 15-Jun-04 | 15-Jun-09 |
| 27-4-PS-V-54-2004 | Ecotec Ingeniería, S.A. De C.V. | Matías Piedra No. 111, Casa 5, Frac. Oropeza, Tel. 01 (93) 352 07 88 | Tabasco | Villahermosa | Suelo y vegetación contaminada con hidrocarburos sedimentos, lodos, carcamos y recortes de perforación. | 240000 | 23-Jun-04 | 23-Jun-09 |
| 27-4-PS-V-58-2004 | TS Technologies, S.A. de C.V. | Campo Sabaqncuy No. 202, Frac. Carrizal. Tel. 01 (993) 316 16 84 Fax 316 82 41 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, lodos, sedimentos y carcamos contaminados con hidrocarburos. | 1400000 | 23-Jun-04 | 23-Jun-09 |
| 20-1-PS-V-63-2004 | Cooperativa Escolar de Producción y Consumo Benito Juárez, S.C.E.L. | Ex Hacienda de Nazareno, Apartado Postal 273, Xoxocotlan. Tel. 5179325 y 01 951 5173385 | Oaxaca | Xoxocotlan | Suelos contaminados con hidrocarburos | 67500 | 23-Jul-04 | 23-Jul-09 |
| 9-1-PS-V-64-2004 | Rosario Iturbe Argüelles | Río Magdalena No. 1111-1121, Col. Chimalistac, Tel. 5622 3332 | DF | Álvaro Obregón | Suelos contaminados con hidrocarburos | 810000 | 10-Ago-04 | 10-Ago-09 |
| 30-118-PS-V-65-2004 | Guraieb & Asociados, S.A. de C.V. | Avenida 5, No. 705, Col. Rafael Alvarado. Tel. 01 127 272 45887 | Veracruz | Orizaba | Suelos contaminados con hidrocarburos | 150000 | 10-Ago-04 | 10-Ago-09 |
| 9-6-PS-V-66-2004 | Grupo Ancuri, SA de CV | Dr. Lucio No. 103, int. 703, Col. Doctores, DF. Tel. 55-78-40-48 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburo | 750000 | 10-Ago-04 | 10-Ago-09 |
| 30-39-PS-V-78-2004 | Grupo Urbis SA de CV | Av. 1 de Mayo No. 262-2, Col. San Pedro de los Pinos., Tel. 5135 4885 | DF | Álvaro Obregón | Suelos, lodos contaminados con hidrocarburos, lodos de emulsión inversa y recortes de perforación de pozos petroleros, lodos sedimentos de tanques de almacenamiento. Fosas y trampas API. | 2120000 | 15-Sep-04 | 15-Sep-09 |
| 9-7-PS-V-79-2004 | Respuesta Ecológica, S.A. de C.V. | Poniente 152 No. 293, Col. Industrial Vallejo, Tel. 5368 0608 | DF | Gustavo A. Madero | Suelos contaminados con hidrocarburos | 900000 | 15-Sep-04 | 15-Sep-09 |
| 30-39-PS-V-81-2004 | Servicio Ambiental Especializado, | Ignacio Zaragoza No. 300-13, Col. | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, lodos y recortes de perforación de pozos | 1940000 | 20-Sep-04 | 20-Sep-09 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|------------|-------------------|--|---------|----------------|----------------|
| | S.A. de C.V. | Centro, Tel. 01 921 21 292 34 | | | petroleros contaminados con hidrocarburos | | | |
| 5-30-PS-V-74- 2004 | Grupo Integral ecológico, S.A. de C.V. | Leona Vicario No.220, Centro de la Fuente y Ateneo Saltillo, Tel 01 844 488 45 57 | Coahuila | Saltillo | Recortes de perforación, lodos aceitosos, sedimentos y suelos contaminados | 500000 | 31- Ago.-04 | 31-Ago.- 09 |
| 31-50-PS-V- 2004 | Ecología de Mayab. S.A. de C.V. | Calle 17-A No. 101 B, Col Itzminá, Mérida, Tel. 01 999 926 60 12 | Yucatán | Mérida | Lodos sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 163812 | 3-Sep.- 04 | 3-Sep.-09 |
| 9-3-PS-V-82- 2004 | Competitividad Ambiental, S.A. de C.V. | Playa Mirador No. 367, Col. Reforma Iztaccihuatl, | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburos | 900000 | 6-Oct.- 04 | 6-Oct.-09 |
| 9-1-PS-V-84- 2004 | Jesmar Representaciones y Servicios, SA de CV | Loma de Anahuac No.153, Col. Lomas de Tarango, Tel 5643-4580 | DF | Álvaro Obregón | Recortes de perforación, sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 365000 | 11-Oct.- 04 | 11-Oct.- 09 |
| 15-106-PS-V- 86-2004 | Química Apollo, S.A. de C.V. | Boulevard Miguel Aleman No. 206, Col. Parque Industrial Exptec II, Tel. 01 722 279 14 00 | México | Toluca | Lodos de emulsión inversa, recortes de perforación y suelos contaminados con hidrocarburos | 2250000 | 21-Oct.- 04 | 21-Oct.- 09 |
| 28.38.PS-V-87- 2004 | Construcciones y Arrendamientos Industriales | Emiliano Zapata No. 515, Col. Arboleda. | Tamaulipas | Tampico | Lodos, sedimentos... y suelos contaminados | 500000 | 21-Oct.- 04 | 21-Oct.- 09 |
| 22-11-PS-V- 94-2004 | Petro Treat, S.A. de C.V. | Av. El Márquez No. 42, Col. Parque Industrial Bernardo Quintana, Tel. 01 442 221 6369 | Querétaro | El Márquez | Lodos, sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 734400 | 9-Nov.- 04 | 9-Nov.-09 |
| 9-3-PS-V-88- 2004 | Grupo Preservare, SA de CV | Av. Juan Sánchez Azcona No. 539, Col. Del Valle, Tel. 55 24 57 15 | DF | Benito Juárez | Lodos sedimentos, recortes de perforación y suelos contaminados | 194000 | 9-Nov.- 04 | 9-Nov.-09 |
| 22-14-PS-V- 92-2004 | Biósfera Desarrollo Ambiental, S.A. de C.V. | Constituyentes Poniente Edificio Júpiter No. 180-15, Col. Las Granjas, Tel. 01 442 242 15 99 | Querétaro | Querétaro | Suelos Contaminados con Hidrocarburos | 750000 | 9-Nov.- 04 | 9-Nov.-09 |
| 27-2-PS-V-93- 2004 | RDC Construcciones, S.A. de C.V. | Francisco Gonzalez Bocanegra No. 10- A, Col. Nueva progreso, Tel. 01 937 372 32 99 | Tabasco | Cárdenas | Lodos y suelos contaminados con hidrocarburos | 250000 | 12- Nov.-04 | 12-Nov.- 09 |
| 27-4-PS-V-96- 2004 | Corporativo de Ingeniería y Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Calle Reforma No. 609-1, Col. Rovirosa, Tel. 01 993 352 41 72 | Tabasco | Villahermosa | Lodos, suelos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 250000 | 12- Nov.-04 | 12-Nov.- 09 |
| 19-39-PS-V- 91-2004 | Quimo Tech de México, SA de CV | Mar Báltico No. 2002 Frac. Bernardo Reyes, Tel. 01(81)- 83 70 63 10 | Nuevo León | Monterrey | Lodos sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 650000 | 12- Nov.-04 | 12-Nov.- 09 |
| 19-39-PS-V- 85-2004 | Earth Tech México, S.A. de C.V. | Ruiz Cortinez No. 2333, Col. Pedro Lozano Privada Roble y Celulosa. | Nuevo León | Monterrey | Lodos, sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 795,600 | 29- Nov.-04 | 29-Nov.- 09 |
| 30-175-PS-V- 95-2004 | Servicios Petroleros Especializados Lobo, S.A. de C.V. | Carretera México- Tuxpan Km 391.3, Casa B Altos, San Miguel Metepec, Tel. 01 782 102 67 42 | Veracruz | Tihuatlan | Suelos, sedimentos y lodos de presas de terracería impregnados con hidrocarburos y recortes de perforación | 390000 | 22- Nov.-04 | 22-Nov.- 09 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|------------|----------------|--|---------|------------|-------------|
| 30-193-PS-V-97-2004 | Ecotratamientos del Golfo, S.A. de C.V. | Av. Miguel Alemán No. 3734-Altos, Col. López Mateos, Tel. 01 833 228 77 00 | Veracruz | Veracruz | Suelos contaminados con hidrocarburos | 100000 | 2-Dic.-04 | 2-Nov.-09 |
| 30-39-PS-V-98-2004 | Aquapress, S.A. de C.V. | Francisco Hernández de Córdova No. 34, Col. Hernández Ochoa. Tel. 01 921 218 37 69 | Veracruz | Coatzacoalc os | Suelos, lodos, sedimentos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 850000 | 8-Dic.-04 | 8-Dic.-09 |
| 15-54-PS-V-99-2004 | Grupo Empresarial Energía y Medio Ambiente, S.A. De C.V. | Hacienda de Temixco No. 18 Piso 2, Frac.. Bosques de Echegaray, Estado de México C.P. 53310, Tel. 5220 64 01 Y 02 | México | Tlalnepantla | Suelos contaminados con hidrocarburos, lodos de perforación recortes de perforación. | 1060600 | 8-Dic.-04 | 8-Dic.-09 |
| 30-189-PS-V-101-2004 | ADT Petroservicios, SA de CV | Álvaro Obregón S/N, Col. Santiago de la Peña, Tel. 01 783 834 82 80 | Veracruz | Tuxpan | Suelos, sedimentos y lodos impregnados de hidrocarburos | 1400000 | 17-Dic.-04 | 8-Dic.-09 |
| 5-30-PS-V-05-2005 | Construcción y Ecología 2000, S.A. de C.V. | Mariano Abasolo Sur No. 870, Col. Centro. Tel 01 844 412 01 09 | Coahuila | Saltillo | Suelos, lodos, sedimentos y recortes de perforación de pozos petroleros contaminados con hidrocarburos | 600000 | 18-Ene-05 | 18-Ene.-10 |
| 30-118-PS-V-1-2005 | Remediaciones Ambientales de México, S.A. de C.V. | Sur 10 No. 333, Col. Centro. Tel. 012727254375 | Veracruz | Orizaba | Suelos contaminados con hidrocarburos | 76800 | 18-Ene-05 | 18-Ene.-10 |
| 2-1-PS-V-11-2005 | SIAD, Consultores, S.C. | Av. Dr. Pedro Loyola No. 142, Col. Playas de Ensenada.. Tel. 01 646 176 52 26 | BC | Ensenada | Suelos, lodos, sedimentos y recortes de perforación de pozos petroleros contaminados con hidrocarburos | 250000 | 8-Feb-05 | 8-Feb.-10 |
| 27-4-PS-V-09-2005 | Consortio de Arquitectura y Ecología, S.A. de C.V. | Condominio Rosaura Priego de Sala No. 3, Depto 1, Col. Plutarco Elías Calles. Tel. 01 993 337 91 43 | Tabasco | Villahermosa | Lodos de separadores API, recortes de perforación y suelos contaminados con hidrocarburos | 1170000 | 25-Ene-05 | 25-Ene.-10 |
| 9-14-PS-V-02-2005 | International Products and Organic Solutions, S.A. de C.V. | Calle 1 Norte No. 253, Col. Isidro Fabela, Tel. 53 30 64 46 | DF | Tlalpan | Suelos, lodos de emulsión inversa, recortes de perforación y lodos de separadores API contaminados con hidrocarburos | 530000 | 18-Feb-05 | 18-Feb.-10 |
| 27-4-PS-V-13-2005 | Soluciones Ambientales del Sur, S.A. de C.V. | Av. 16 de septiembre No. 214, Col. Primero de Mayo, Tel. 01 (993) 352 31 09 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, lodos de separadores API y cárcamos, recortes de perforación impregnados de hidrocarburos | 750000 | 22-Feb-05 | 22-Feb.-10 |
| 27-2-PS-V-12-2005 | Corporativo Olmeca Biologix, S.A. de C.V. | Calle Caoba No. 215, Col. Los Reyes, Tel. 01 (937) 372 25 85 | Tabasco | Cárdenas | Suelos contaminados con hidrocarburos | 150000 | 22-Feb-05 | 22-Feb.-10 |
| 19-39-PS-V-14-2005 | Manejo de Residuos Peligrosos y Servicios Ecológicos, S.A. de C.V. | Real del Monte 2870 Col. Mitras, C.P. 64460 Tel. 01(81) 81 23 1794, 95 y 96, 01(81) 1052 3440 y 41 www.marepse.com | Nuevo León | Monterrey | Suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 22-Feb-05 | 22-Feb.-10 |
| 9-11-PS-V-09-94 | All Waste Servicios Industriales de | Edgar Allan Poe No. 85 Col. Polanco | DF | Miguel Hidalgo | Sedimentos en tanque de almacenamiento de productos petroleros y | | 05-Sep-94 | INDEFINI DA |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | Control Ecológico, S.A. De C.V. | | | | petrolíferos | | | |
|---------------------|---|---|----------|----------------|---|--------|-----------|------------|
| 15-104-PS-V-10-94 | Constructora Americana Continental, S.A. De C.V. | Viveros de Asis No. 30-n Col. Viveros La Roma | México | | Lodos plumizos y aceitosos originados por la sedimentación en tanques de almacenamiento de productos petroleros, separadores API, tierras contaminadas con derrames de hidrocarburos líquidos y recortes de perforación | | 07-Feb-95 | INDEFINIDA |
| 5-30-PS-V-01-93 | Consorcio Ghes Industrial, S.A. De C.V. | Calle Del Valle No. 371 Col. Ampliación Magisterio | México | | Sedimentos de lodos en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos, propiedad de Petróleos Mexicanos | | 09-Dic-93 | INDEFINIDA |
| 9-1-PS-V-05-94 | Constructora 21 de Abril, S.A. De C.V. | Francia No. 171 Col. Florida | DF | Benito Juárez | Lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex | | 11-Jul-94 | INDEFINIDA |
| 9-1-PS-V-04-94 | Constructora y Arrendadora Gandara, S.A. De C.V. | Francia No. 171 Col. Florida | DF | Benito Juárez | Lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex | | 11-Jul-94 | INDEFINIDA |
| 9-4-PS-V-07-94 | Perfotec, S.A. de C.V. (antes Grupo Perfotec, S.A. De C.V.) | Av. Pacífico No. 468-F Col. El Rosedal | DF | | Residuos peligrosos originados por la sedimentación de lodos aceitosos y plumizos en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos | | 21-Jul-94 | INDEFINIDA |
| 9-3-PS-V-08-94 | Geo Petrol, S.A. De C.V. | Insurgentes sur No. 933 Despacho 203 Col. Nápoles | DF | Benito Juárez | Residuos contaminados con hidrocarburos | | 18-Ago-94 | INDEFINIDA |
| 9-1-PS-V-03-94 | Habilitación Petrolera Integral, S.A. De C.V. | Francia No. 171 Col. Florida | DF | Álvaro Obregón | Lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex | | 11-Jul-94 | INDEFINIDA |
| 9-6-PS-V-10-94 | International Enviro Service, S.A. De C.V. | Carlos J. Finlay No. 6-2° piso Col. Cuauhtémoc | DF | Cuauhtémoc | Sedimentos en tanque de almacenamiento de productos petroleros | | 02-Sep-94 | INDEFINIDA |
| 9-1-PS-V-06-94 | Ingeniería y Calderas, S.A. De C.V. | Francia No. 171 Col. Florida | DF | Álvaro Obregón | Lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex | | 11-Jul-94 | INDEFINIDA |
| 30-39-PS-V-01-94 | Lemargo Industrial, S.A. De C.V. | Av. Universidad Veracruzana Km. 6.7 Frac. Rancho Alegre II | Veracruz | Veracruz | Residuos contaminados con hidrocarburos provenientes de tanques de almacenamiento, separadores API y recortes de perforación | | 19-Dic-94 | INDEFINIDA |
| 27-4-PS-V-67-2004 | Operadora Intergrupo, S.A. De C.V. | Circuito de la Industria Norte No. 232 y 233, Parque Industrial Lerma | México | Toluca | Lodos provenientes de almacenamiento de hidrocarburos | | 4-Ago.-04 | 4-Ago.-09 |
| 4-3-PS-V-01-94 | Suministros Industriales Carrizales, S.A. De C.V. | Calle "B" No. 46 Col. Fátima | Campeche | | Sedimentos en tanques de almacenamiento de productos petroleros | | 28-Nov-94 | INDEFINIDA |
| 30-131-PS-V-15-2005 | Corporativo Ambiental Oil Saber, S.A. de C.V. | Calle 16 No. 605 Int. 2, Col. Cazones, Tel. 782 822 30 34 | Veracruz | Poza Rica | Suelos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos recientes, semi-intemperizados e intemperizados | 90000 | 3-Mar.-05 | 3-Mar.-10 |
| 25-6-PS-V-17-2005 | BMV Ingeniería del Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Constitución Sur No. 422, Col. Centro, Tel. 668 812 44 78 | Sinaloa | Sinaloa | Suelos, lodos aceitoso, recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 390000 | 3-Mar.-05 | 3-Mar.-10 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|--------------------|--|---|-----------|---------------------|---|------------|-----------|-----------|
| 27-39-PS-V-08-2004 | Comunicaciones y Electrónica Industrial, S.A. de C.V. | Prof. Miguel Hidalgo No. 1614, Col. Benito Juárez Norte, Tel. 01 (921) 215 16 77 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos | 372300 | 21-Ene-04 | 21-Ene-09 |
| 24-28-PS-V-19-2005 | Water & Cleaning Systems Addites, S.A. de C.V. | Alberto Cosío No. 105-6, Col. Tangamanga, Tel. 01 (444) 8118 181 | SLP | San Luis Potosí | Suelos contaminados con hidrocarburos | 375000 | 23-Mar-05 | 23-Mar-10 |
| 9-1-PS-V-56-2004 | Especialistas Ambientales, S.A. de C.V. | Alfonso López Gandara No. 50, Piso 2, Col Peña Blanca Santa Fe, Km. 2 Carr. Cárdenas-Villahermosa S/N Col. RA. Calzada 1 era CP. 86490 Tel. 01(937)223-71 Fax. 255-70 | DF | Álvaro Obregón | Suelos contaminados con materiales o residuos peligrosos | 300,000.00 | 11-Jun-04 | 11-Jun-09 |
| 27-2-PS-V-83-2004 | Construcciones Vera Núñez, SA de CV | Km. 2 Carr. Cárdenas-Villahermosa S/N Col. RA. Calzada 1 era CP. 86490 Tel. 01(937)223-71 Fax. 255-70 | Tabasco | Cárdenas | Suelos contaminados con hidrocarburos | 250,000.00 | 21-Oct-04 | 21-Oct-09 |
| 9-9-PS-V-18-2005 | Corporación Hidro Industrial, SA de CV | Estenógrafos No. 38 Col. Sifón 09400 Tel: 5633 4086 | DF | Iztapalapa | Suelos contaminados con hidrocarburos | 330000 | 28-Mar-05 | 28-Mar-10 |
| 19-39-PS-V-20-2005 | Ambiental y Energía Racional, S.A. de C.V | Av. La Paz No. 2681, Col. Americana, Tel. 01 (333) 630 22 33 | Jalisco | Guadalajara | Suelos, lodos, sedimentados en tanque de almacenamiento, recortes de perforación | 700000 | 28-Mar-05 | 28-Mar-10 |
| 30-39-PS-V-22-2005 | Construcciones y Reparaciones del Sur, S.A. de C.V. | Carretera Transistmica Km. 5+750, Col. Tierra Nueva, Tel. 01 (921) 215 81 39 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, lodos, sedimentos de presas, canales, tanques, cárcamos y drenajes de instalaciones de hidrocarburos | 2100000 | 4-Abr-05 | 4-Abr-10 |
| 14-39-PS-V-21-2005 | Lainco, S.A. de C.V. | España No. 2099, Tel. 01 (333) 615 58 34 | Jalisco | Guadalajara | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1100 | 4-Abr-05 | 4-Abr-10 |
| 9-5-PS-V-2-2005 | Saye, S.A. de C.V. | Paseo de la Reforma No. 2977, Col. El Molinito, Tel. 5626 53 50 | DF | Miguel Hidalgo | Lodos provenientes de tanque de almacenamiento de hidrocarburos, recortes de perforación, lodos de emulsión inversa y suelos contaminados | 680000 | 11-Abr-05 | 11-Abr-10 |
| 9-6-PS-V-23-2005 | Hesari, S.C. | Av. Insurgentes Norte No. 114, Col Santa María la Rivera, Tel. 5547 1772 | DF | Cuauhtémoc | Suelos contaminados con hidrocarburos | 820000 | 11-Abr-05 | 11-Abr-10 |
| 22-12-PS-V-26-2005 | Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. | Parque Tecnológico Querétaro Sanfandila C.P. 76700, Tel. 01(422) 211 60 00, Fax 01(422) 211 60 01 | Querétaro | Querétaro | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 125000 | 25-Abr-05 | 25-Abr-10 |
| 9-7-PS-V-35-2005 | XTJM Consultores Ambientales, S.A. de C.V. | Puerto madero No. 4, Col. Casas Alemán C.P. 07580, Tel. 5750-83-57, Fax 5750 83 58 | DF | Gustavo A. Madero | suelos contaminados con hidrocarburos, ácidos y bases | 380000 | 25-May-05 | 25-May-10 |
| 9-10-PS-V-31-2005 | Kaiser, Consultores Ambientales, S.A. de C.V. | Tehuacán No. 15, Col. San Jerónimo Aculco, C.P. 10400, México, D.F. Tel/Fax 5033 66 50, 5033 66 51, 5652 41 93 | DF | Magdalena Contreras | suelos contaminados con hidrocarburos | 1000000 | 25-May-05 | 25-May-10 |
| 2-2-PS-V-32-2005 | MC, Consultoría y Estudios Ambientales, S.A. | Av. Marmoleros No. 1398 entre calle F y Fundidores Local 5, | BC | Mexicali | suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 25-May-05 | 25-May-10 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|--------------------|--|--|----------|---------------------|---|--------|------------|------------|
| | de C.V. | C.P. 21010, 5421 67 77, 0445554 51 40 85 | | | | | | |
| 9-7-PS-V-30-2005 | Geología y Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Alfredo Robles Domínguez 258-1, Col. Vallejo, C.P. 07870, Tel. y Fax 5537 31 04, 5739 11 45 | DF | Gustavo A. Madero | suelos contaminados con hidrocarburos | 400000 | 26-May-05 | 26-May.-10 |
| 27-4-PS-V-36-2005 | Consultoría Ambiental e Ingeniería, S.A. de C.V. | Calle Tiro No. 107, Frac. Deportiva, C.P. 86000 Tel/fax 01(993) 351 75 58 | Tabasco | Villahermosa | Recortes de perforación de pozos petroleros, lodos sedimentados de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, suelos contaminados con hidrocarburos | 50000 | 27-May-05 | 27-May.-10 |
| 21-114PS-V-37-2005 | Ingeniería Ecológica del Sureste, S.A. de C.V. | Camino Antiguo a Cholula # 7326 Int 4, Frac. Camino Real, C.P. 72570 Tel. 01(222) 298 57 02, 130 93 34 | Puebla | Puebla | suelos contaminados con hidrocarburos y/o ácidos | 11000 | 7-Jun.-05 | 7-Jun.-10 |
| 9-15-PS-V-38-2005 | ADFERI, Consultores Ambientales, S.A. de C.V. | Manuel Rivera Cambas No. 50, Col. Jardín Balbuena, C.P. 15900, TEL. 5784 44 25, 5786 04 44, Fax 19990391 | DF | Venustiano Carranza | Recortes de perforación de pozos petroleros, lodos sedimentados de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, suelos contaminados con hidrocarburos | 250000 | 7-Jun.-05 | 7-Jun.-10 |
| 30-39-PS-V-40-2005 | Cultura Ecológica Industrial, S.A. de C.V. | Hidalgo No. 1614, Col. Benito Juárez Norte, Tel. 01 (921) 215 29 51 | Veracruz | Coatzacoalc os | Recortes de perforación de pozos petroleros, lodos sedimentados de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, suelos contaminados con hidrocarburos | 347480 | 7-Jun.-05 | 7-Jun.-10 |
| 27-4-PS-V-36-2005 | Reciclajes y Confinamientos Ecológicos del Golfo, S.A. de C.V. | Cerrada de Aquiles Cerdan No. 100, Col. Atasta de Serra, C.P. 86100 Centro, Tel 01(993) 354 03 10 | Tabasco | Villahermosa | Recortes de perforación de pozos petroleros, lodos sedimentados de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, de presas API, de cárcamos y suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 7-Jun.-05 | 7-Jun.-10 |
| 27-4-PS-V-43-2005 | Biosfera Tecnología Integral, S.A. de C.V. | Calle 1 casa 1 Frac. Amate carretera Villahermosa-Teapa Km. 0.25 C.P. 85126, 01(993) 315 15 68 | Tabasco | Villahermosa | suelos, lodos provenientes de presas API, de cárcamos, de tanques de almacenamiento de hidrocarburos y recortes de perforación de pozos petroleros contaminados con hidrocarburos | 500000 | 4-Jul.-05 | 4-Jul.-10 |
| 5-30PS-V-44-2005 | Corporación Mexicana de Estudios Ambientales, S.A. de C.V. | Blvd. Allende No. 317, Col. Miguel Hidalgo, C.P. 25096, Coahuila, 0448441591178 | Coahuila | Saltillo | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 550000 | 4-Jul.-05 | 4-Jul.-10 |
| 15-57-PS-V-42-2005 | SCS de México, S.A. de C.V. | Av. De las Fuentes No. 41-A, Desp. 302, Col. Lomas de Tecamachalco, Tel. 52 94 61 40 | DF | Naucalpan | lodos de tanques de almacenamiento de fosas y de extracción del petróleo | 36000 | 23-Jun.-05 | 23-Jun.-10 |
| 30-39-PS-V-49-2005 | Construcción, Ingeniería y Ecología, S.A. de C.V. | Miguel Angel de Quevedo No. 2201, Col. Puerto México, Tel. 01 (921) 214 31 | Veracruz | Coatzacoalc os | Suelos Contaminados con Hidrocarburos | 500000 | 14-Jul.-05 | 14-Jul.-10 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| 75 | | | | | | | | |
|---------------------|---|--|------------|-----------------|--|---------|------------|------------|
| 30-193-PS-V-48-2005 | Bioservicios para el Medio Ambiente, S.A. de C.V. | García Auly No. 212-1, Frac. Zaragoza,, Tel 01 (229) 937 86 51 | Veracruz | Veracruz | Suelos Contaminados con Hidrocarburos | 100000 | 14-Jul.-05 | 14-Jul.-10 |
| 30-3-PS-V-51-2005 | Tecnología y Restauración de Suelos, S.A. de C.V. | Callejón Carta No. 1, Barrio Villalta, Tel. 5533 13 00 | Veracruz | Acayucan | Suelos, lodos provenientes de presas API y cárcamos, recortes de perforación | 1200000 | 14-Jul.-05 | 14-Jul.-10 |
| 24-28-PS-V-52-2005 | Mic-Bac, S.A. de C.V. | Espinosa y Cuevas No. 1835, Col. Barrio San Juan de Guadalupe, Tel. 01 (52) 444 820 00 85 | SLP | San Luis Potosí | Suelos Contaminados con Hidrocarburos | 550000 | 25-Jul.-05 | 25-Jul.-10 |
| 19-21-PS-V-45-2005 | Pruebas de Hermeticidad y Servicios Ambientales, S.A. de C.V. | Cuatro Ciénegas No. 238, Col. Residencial Miravista 2da. Sección, Tel. 01 (81) 83 52 93 60 | Nuevo León | Escobedo | Suelos contaminados con hidrocarburos | 230000 | 14-Jul.-05 | 14-Jul.-10 |
| 27-2-PS-V-53-2005 | Tajín Construcciones, S.A. de C.V. | Calle Tabasco No. 180, Frac. Guadalupe, Tel 01 (993) 351 00 64 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 300000 | 5-Ago.-05 | 5-Ago.-10 |
| 30-39-PS-46-2005 | Proveeduría y Servicios Industriales, S.A. de C.V. | Ignacio de la Llave No. 303-4, Col. Centro, Tel. 01 (921) 21 2 29 25 | Veracruz | Coatzacoalc os | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 584000 | 14-Jul.-05 | 14-Jul.-10 |
| 5-30-PS-V-29-2005 | Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. | Blvd. Oceanía No. 190, Col. Saltillo 400, Tel. 01 (844) 411 32 00 Ext. 1233 | Coahuila | Saltillo | Suelo, y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos. | 100000 | 11-May-05 | 11-May.-10 |
| 5-30-PS-V-54-2005 | Compañía Industrial Electromecánica de México, S.A. de C.V. | Blvd. Allende No. 317, Col. Miguel Hidalgo, C.P. 25096, Coahuila, 0448441591178 | Coahuila | Saltillo | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 1250000 | 25-Ago-05 | 25-Ago.-10 |
| 15-104-PS-V-56-2005 | Garner Servicios Ambientales de México, S.A. de C.V. | Marsella No. 12-B, Frac. Valle Dorado, Tel. 5370 05 98 | México | Tlalnepantla | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 2800000 | 2-Sep.-05 | 2-Sep.-10 |
| 19-26-PS-V-55-2005 | Safe Technologies, S.A. de C.V. | Paraje No. 547, Col. Villa de San Miguel, Guadalupe. Tel. 01 (81) 11 55 31 17 | Nuevo León | Guadalupe | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 410000 | 2-Sep-05 | 2-Sep.-10 |
| 19-39-PS-V-57-2005 | Alfonso Corona Ferral | González Ortega No. 333 E3 D14, Zona Centro, Tel. 01 (81) 8340 33 74 | Nuevo León | Monterrey | Suelos contaminados con hidrocarburos, recortes de perforación de emulsión inversa base aceite y lodos que contengan hidrocarburos | 75000 | 12-Sep-05 | 12-Sep.-10 |
| 9-5-PS-V-58-2005 | ATS Meridian de México, S.A. de C.V. | Cerrada de Tenayuca No. 475 Letra O, Col. Santa Cruz Atoyac, Tel. 5601 4269 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburos | 12000 | 13-Sep-05 | 13-Sep.-10 |
| 27-13-PS-V-59-2005 | Corporativo Industrial del Sur, S.A. de C.V. | Andador Jahuacte Mz. 65 Lote 15, Bosques de Solaya, 01 (993) 316 81 74 | Tabasco | Nacajuca | Suelos contaminados con hidrocarburos | 2816 | 19-Sep-05 | 19-Sep.-10 |
| 9-9-PS-V-60-2005 | Ingenieros y Asesores en Proyecto, | Frente 7, Sección I-3, Edif. D-301, Col. Chinamapác de | DF | Iztapalapa | Suelos contaminados con hidrocarburos | 30000 | 3-Oct.-05 | 3-Oct.-10 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|------------|-------------------|--|---------|------------|------------|
| | Construcción y Supervisión, S.A. de C.V. | Juárez, Tel. 5563 4121 | | | | | | |
| 15-99-PS-V-64-2005 | Ingeniería Ambiental, Construcción y Mantenimiento IACONSMA, S.A. de C.V. | Santiago No. 18, Col. Ignacio Zaragoza, Tel. 01 (595) 955 33 33 | México | Texcoco | Suelos y lodos contaminados con hidrocarburos | 1250000 | 8-Nov-05 | 8-Nov.-10 |
| 9-7-PS-V-62-2005 | RFL Ingeniería, S.A. de C.V. | Juan de Dios Batiz 515 Ed. A Dep. 403, San Jose Ticomán, Tel. 5754 5495 | DF | Gustavo A. Madero | Suelos y lodos contaminados con hidrocarburos | 300000 | 8-Nov-05 | 8-Nov.-10 |
| 30-108-PS-V-65-2005 | E-Rus Sistemas de Mantenimiento Industrial y Control Ecológico, S.A. de C.V. | Adalberto Tejada No. 8, Col. Ruiz Cortines, Tel. 01 (922) 223 11 89 | Veracruz | Minatitlán | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 240000 | 8-Nov-05 | 8-Nov.-10 |
| 11-20-PS-V-66-2005 | CIATEC, A.C. | Omega 201, Frac. Delta, León. Tel. 01 (477) 710 00 11 | Guanajuato | León | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 60000 | 22-Nov-05 | 22-Nov.-10 |
| 14-39-PS-V-33-2005 | Sistemas Integrales para la Protección del Medio Ambiente, S.A. de C.V. | Mar Caribe No.1150, Int. 6-C, Col. Country Club, Tel. 01 (33) 3677 7159 | Jalisco | Guadalajara | Suelos contaminados con Plomo | 1296000 | 24-May-05 | 24-May.-10 |
| 21-140-PS-V-69-2005 | Administraciones y Tecnologías Especializadas a su Servicio, S. A. de C.V. | Av. 8 Oriente No. 7-23, Col. Centro, Tel. 01 (22) 2247 2036 | Puebla | San Pedro Cholula | Recortes, lodos sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 60000 | 7-Dic.-05 | 7-Dic.-10 |
| 24-4-PS-V-70-2005 | Lico Ambiental, S.A. de C.V. | Calle 24 No. 325, Col. Florida, Tel 01 (993) 35 24 611 | Tabasco | Villahermosa | Recortes, lodos y suelos contaminados con hidrocarburos | 750000 | 7-Dic.-05 | 7-Dic.-10 |
| 19-39-PSW-V-71-2005 | Integrated Environmental Management Services, S.A. de C.V. | Matamoros No. 1443 Pte., Col. María Luisa, Tel. 01 (81) 8342 0680 | Nuevo León | Monterrey | Suelos y lodos contaminados con hidrocarburos | 240000 | 14-Dic.-05 | 14-Dic.-10 |
| 9-5-PS-V-76-2005 | Ecoram, S.A. de C.V. | Paseo de Los Laureles No. 458 PB-3, Col. Bosques de las Lomas, Tel. 2167 22 22 | DF | Cuajimalpa | Suelos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 800000 | 19-Dic.-05 | 19-Dic.-10 |
| 9-11-PS-V-01-2006 | Ecosphere, S.A. de C.V. | Gral. Cano No. 12, 1er. Piso, Col. San Miguel Chapultepec, Tel. 5272 1633 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos contaminados con hidrocarburos | 360000 | 9-Ene.-06 | 9-Ene.-11 |
| 9-3-PS-V-10-2006 | Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. | Moras No. 565 P.A., Col. Del Valle, México. Tel. 5524 5010 | DF | Benito Juárez | Suelos contaminados con hidrocarburos | 100000 | 27-Ene-06 | 27-Ene.-11 |
| 5-27-PS-V-21-2006 | Evaluación de Proyectos Ambientales, S.A. de C.V. | José maría Morelos y Pavón No. 211-A, Zona Centro, Tel. 01 (844) 488 3962 | Coahuila | Ramos Arispe | Suelos, Lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 500000 | 15-Feb-06 | 15-Feb.-11 |
| 11-15-PS-V-20-2006 | Asesoría Técnica y Servicios Industriales, S.A. de C.V. | Bernardo de Balbuena No. 147, Col. Prado Hermoso, C.P. 37238 Tel. 01(477) 1044071 y 1045031 | Guanajuato | León | Suelos, recortes de perforación de pozos petroleros contaminados con hidrocarburos | 250000 | 15-Feb-06 | 15-Feb.-11 |
| 30-39-PS-V-17-2006 | Corporativo Estratégico Ambiental, S.A. de C.V. | Cacao No. 12, Col. Rabón Grande. Tel. 01 (921) 216 5386 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 1000000 | 15-Feb-06 | 15-Feb.-11 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|--|------------|----------------|---|---------|------------|------------|
| 9-11-PS-V-15-2006 | Vidambiente, S.A. de C.V. | Cantu No. 11 Piso 4, Col. Anzures, Tel. 5255 3460 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos, lodos y recortes de perforación de pozos contaminados con hidrocarburos | 80000 | 15-Feb-06 | 15-Feb.-11 |
| 30-111-PS-V-19-2006 | Luis Enrique Frías Silvan | C. Antigua al Chapo 8, Col. Nuevo Teapa, Tel. 01 (932) 233 3299 | Veracruz | Moloacán | Suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 16-Feb.06 | 16-Feb.-11 |
| 19-18-PS-V-23-2006 | Tranquilidad Integral en Residuos, S.A. de C.V. | Humberto Lobo No. 9338, Parque Industrial Mitras, Tel. 01 (81) 8057 0431 | Nuevo León | García | Suelos, sedimentos de tanques de almacenamiento y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 300000 | 16-Feb-06 | 16-Feb.-11 |
| 28-41-PS-V-24-2006 | Servicios y Asesoría Ambiental, S.A. de C.V. | Calle Zaragoza Pte. No. 304-A, (entre Calle 19 y 20), Tel. 01 (834) 315 0256 | Tamaulipas | Cd. Victoria | Suelos, sedimentos de tanques de almacenamiento, recortes de pozos de perforación contaminados con hidrocarburos. | 2100000 | 22-Feb-06 | 22-Feb.-11 |
| 9-3-PS-V-26-2006 | Proveedores y Constructores del Norte, S.A. de C.V. | Montecito No. 38, Piso 1, Of. 14, Col. Nápoles, Tel. 5488 3320 | DF | Benito Juárez | Suelos, lodos de presas API, de cárcamos de tanques de almacenamiento y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos. | 600000 | 2-Mar.-06 | 2-Mar.-11 |
| 30-39-PS-V-27-2006 | CDI Construcciones Industriales, S.A. de C.V. | Lázaro Cárdenas No. 115, Col. Centro, Tel. 01 (921)2124509 | Veracruz | Coatzacoalc os | Suelos, lodos, sedimentos, recortes contaminados con hidrocarburos | 150,000 | 8-Mar.-06 | 8-Mar.-11 |
| 30-39-PS-V-29-2006 | Ecología y Servicios Ambientales, S.A. de C.V. | Francisco I. Madero No. 1419, Col. María de la Piedad, Tel. 01 (921) 214 8219 | Veracruz | Coatzacoalc os | Suelos contaminados con hidrocarburos | 150,000 | 15-Mar.06 | 15-Mar.-11 |
| 15-13-PS-V-30-2006 | Grupo Corporativo L, S.A. de C.V. | Condor No.4-304, Col. Las Arboledas, Tel. 5370 4478 | México | Atizapan | suelos, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 1200000 | 16-Mar-06 | 16-Mar.-11 |
| 30-39-PS-V-32-2006 | MYMOL, S.A. de C.V. | Campeche No. 116, Col. Petrolera, Tel. 01 (921) 214 1705 | Veracruz | Coatzacoalc os | suelos, sedimentos, lodos, recortes contaminados con hidrocarburos | 600,000 | 28-Mar-06 | 28-Mar.-11 |
| 27-4-PS-V-34-2006 | JIJESA Grupo Constructor, S.A. de C.V. | Cesar A. Sandino No. 548, Col. 1 de Mayo, Tel. 01 (993) 315 7001 | Tabasco | Villahermosa | suelos, sedimentos, lodos, recortes contaminados con hidrocarburos | 50,000 | 29-Mar-06 | 29-Mar.-11 |
| 27-4-PS-V-33-2006 | Grupo Petrol, S.A. de C.V. | Paseo Usumacinta No. 904 altos 1, Col. Lindavista, Tel. 01 (993) 313 9808 | Tabasco | Villahermosa | suelos, sedimentos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 600,000 | 29-Mar-06 | 29-Mar.-11 |
| 27-4-PS-V-37-2006 | Macoul Construcciones, S.A. de C.V. | Carrillo Puerto Edif. Edif. A Depto. 103 Altos, Frac. Los Álamos, Col. El Espejo, Tel. 01 (993) 354 5794 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, sedimentos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 250,000 | 19-Abr.-06 | 19-Abr.-11 |
| 27-4-PS-V-37-2006 | Construlav del Sureste, S.A. de C.V. | Ogarrio No. 106, Frac. José Colomo, Col. Atasta, Tel 01 (993) 354 5565 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, sedimentos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 250,000 | 19-Abr.-06 | 19-Abr.-11 |
| 30-108-PS-V-42-2006 | Constructora, Maquinarias y Servicios Calo, S.A. de C.V. | Cuitlahuac No. 12 Depto. 3, Col. Centro, Tel. 01 (922) 222 9300 | Veracruz | Minatitlán | Suelos contaminados con hidrocarburos | 208,000 | 9-May.-06 | 9-May.-11 |
| 21-114-PS-V-41-2006 | Constructora Eco-Renta, S.A. de C.V. | Calle 29 Sur No. 3310, Col El Vergel, C.P. 72400 Tel. 01 (222) 2969 5904 | Puebla | Puebla | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 750,000 | 28-May.06 | 28-May.-11 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|------------|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| 30-39-PS-V-49-2006 | Díaz Iga Edificaciones Urbanas e Industriales, S.A. de C.V. | Carretera Transistmica Km. 7.5, Col. Tierra Nueva, Tel. 01 (921) 215 7505 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, lodos recortes y sedimentos contaminados con hidrocarburos | 180,000 | 20-Jun-06 | 20-Jun-11 |
| 20-39-PS-V-56-2006 | Industrial de Residuos y Minerales del Norte, S.A. de C.V. | Privada Liendo No. 705-B, Col. Obispado, Tel. 01 (81) 8333 3397 | Nuevo León | Monterrey | Suelos contaminados con hidrocarburos | 300,000 | 26-Jul-06 | 26-Jul-11 |
| 9-11-PS-V-61-2006 | Global Drilling Fluids de México, S.A. de C.V. | Bld. Manuel Ávila Camacho, Col. Lomas de Chapultepec, Tel. 5520 9066 Ext. 130 | DF | Miguel Hidalgo | Suelos, lodos y recortes contaminados con hidrocarburos | 400,000 | 23-Ago-06 | 23-Ago-11 |
| 27-4-PS-V-58-2006 | MW Biotec, S.A. de C.V. | Ruiz Cortinez s/n Calle Condor No. 4-304, Col. Atasta de Serra, Tel. 01 (993) 354 22 75 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, sedimentos, lodos y recorte contaminados con hidrocarburos | 100,000 | 23-Ago-06 | 23-Ago-11 |
| 28-41-PS-V-74-2006 | David Trejo Pesina | Calle Ignacio Zaragoza Pte. No. 307 Zona Centro C.P. 87000 Tel/fax 01(384) 3156 070 | Tamaulipas | Cd. Victoria | Suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 08-Sep-06 | 08-Sep-11 |
| 30-39-PS-V-76-2006 | Ecologística y Construcción, S.A. de C.V. | Costa Rica No. 425, Col. Tierra y Libertad C.P. 96580 Tel. 01(921)21 77 92 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos contaminados con hidrocarburos | 600,000 | 13-Sep-06 | 13-Sep-11 |
| 30-48-PS-V-98-2006 | Corpus Internacional, S.A. de C.V. | Carretera Transistmica Km 5, Ejido El Jaguey, Tel. 01 (922) 22 10041, 22 34355 | Veracruz | Cosoleacaque | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1,020,000 | 17-Nov-06 | 17-Nov-11 |
| 15-24-PS-V-95-2006 | SOS Ambiental, S.A. de C.V. | Niños Héroes Manz. F, Lote 9, Edif. D, Col. Infonavit Sur, Tel. 2602 4679 | México | Cuautitlan Izcalli | Suelo, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento y presas de terracería contaminados con hidrocarburos | 1,200,000 | 17-Nov-06 | 17-Nov-11 |
| 27-4-PS-V-97-2006 | ECE Corporativo, S.A. de C.V. | Prol. 27 de febrero No. 206-C, Frac. Galaxias Tabasco 2000, Tel. 01 (993) 3162 452 | Tabasco | Villahermosa | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 350,000 | 22-Nov-06 | 22-Nov-11 |
| 13-48-PS-V-100-2006 | Asesorías y Consultorías Integrales del Centro, S.A. de C.V. | Calzada Inglaterra No. 226, Col. El Portezuelo, Tel. 01 (771) 716 29 95 | Hidalgo | Pachuca | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 600,000 | 23-Nov-06 | 23-Nov-11 |
| 19-39-PS-V-110-2006 | Petrotekno, S.A. de C.V. | Jerónimo Cardona No. 116 B, Col. Burócratas del Estado, Tel. 01 (81) 8373 7373 | Nuevo León | Monterrey | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 300,000 | 14-Dic-06 | 14-Dic-11 |
| 30-39-PS-V-111-2006 | Construcciones Industriales y Ecológicas del Sureste, S.A. de C.V. | Cuauhtémoc No. 1203-B, Col. María de la Piedad, Tel. 01 (921) 214 5258 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 450,000 | 14-Dic-06 | 14-Dic-11 |
| 30-39-PS-V-112-2006 | Centro Diesel del Sureste, S.A. de C.V. | Av. Del Puente No. 160 B, Col. Adolfo López Mateos, Tel. 01 (921) 214 4652 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelos, sedimentos, lodos y recortes de perforación contaminados con hidrocarburos | 300,000 | 14-Dic-06 | 14-Dic-11 |
| 27-4-PS-V-119-2006 | Promotora Ambiental del Sureste, S.A. de C.V. | Bld. Antonio L. Rodríguez No. 1884 Pte. Col. Santa María, Tel. 01 (81) | Nuevo León | Monterrey | Suelos, recortes de perforación, lodos de perforación contaminados con hidrocarburos | 443200 | 20-Dic-06 | 20-Dic-11 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|-------------------|--|---|------------|---------------|--|---------|-----------|------------|
| | | 8122 7600 | | | | | | |
| 30-3-PS-V-01-2007 | Constructora Codisur, S.A. de C.V. | Flores Magón No. 721, Col. Zapotal, Tel. 01 (924) 213 6303 | Veracruz | Acayucan | Suelos, recortes de perforación, lodos de perforación contaminados con hidrocarburos | 450000 | 23-Ene-07 | 23-Ene.-12 |
| 30-V-11-2007 | Grupo Técnico de Constructores, S.A. de .V. | Independencia No. 158, Ejido del Pantano, Tel. 01 (921) 215 7516 | Veracruz | Cosoleacaque | Suelos contaminados con hidrocarburos | 600000 | 14-Mar-07 | 14-Mar.-12 |
| 30-V-13-2007 | GGYR Construcciones, S.A. de C.V. | Av. Díaz Mirón No. 610-4, Col Centro. Tel. 01 (921) 212 00 58 | Veracruz | Coatzacoalcos | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 750000 | 23-Mar-07 | 23-Mar.-12 |
| 30-V-06-07 | Consortio Comercial e Industrial del Golfo de México, S.A. de C.V. | Palmas Mza. 20 Lote 55 s/n, Col. Lomas. Tel. 01 (783) 835 0429 | Veracruz | Tuxpan | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 2000000 | 23-Mar-07 | 23-Mar.-17 |
| 19-V-16-07 | Petro Recolectores, S.A. de C.V. | Calle Felicitos Rodríguez No. 130-C Oriente, Col. Sección Ojo de Agua. Allende. Tel. 01 (81) 826 268 4359 | Nuevo León | Monterrey | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 410000 | 23-Mar-07 | 23-Mar.-17 |
| 30-V-14-07 | Constructora Marlen, S.A. de C.V. | Av. Lázaro Cárdenas No. 82, Col. Insurgentes Norte, Tel. 01 (922) 241 7803 | Veracruz | Minatitlán | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 300000 | 11-Abr-07 | 11-Abr.-17 |
| 31-V-18-2007 | Servicios Integrales de Recolectión de Residuos, S.A. de C.V. | Calle 73-D No. 111 por 134-A y 136, Col. Xoclan Cinturón Verde, Tel. 01 (99) 9947 4619 | Yucatán | Mérida | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 450000 | 16-Abr-07 | 16-Abr.-17 |
| 30-V-28-07 | Logística Ambiental de México, S.A. de C.V. | Av. Ignacio Allende No. 2437 Altos, Col. Centro, Tel. 01 (229) 9319470 y 932 2674 | Veracruz | Veracruz | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1000000 | 21-May-07 | 21-May.-17 |
| 30-V-27-07 | UHP Project, S.A. de C.V. | Calle 2 No. 504-C, Col. Centro, Tel. 01 (229) 188 2947 o 01 (271) 405 2149 | Veracruz | Córdova | Suelo, lodos, sedimentos y recortes contaminados con hidrocarburos | 900000 | 21-May-07 | 21-May.-17 |
| 28-V-30-07 | Constructora de la Huateca Veracruzana, S.A. de C.V. | Dr. Carlos Canseco No. 301 Norte, Zona Centro, Tampico, Tel. 01 (833) 214 46 72 | Tamaulipas | Tampico | Suelos, lodos, sedimentos contaminados con hidrocarburos | 285000 | 4-Jun-07 | 4-Jun.-17 |
| 15-V-38-07 | Rhodes Ambiental de México, S.A. de C.V. | Av. Ray O Vac No. 8 Depto. D, Piso 1, Col. Residencial Fuentes de Ecatepec, Ecatepec. Tel. 5838 7196 | México | Ecatepec | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1000000 | 26-Jun-07 | 26-Jun.-17 |
| 9-V-44-07 | Soluciones y Productos Ambientales, S.A. de C.V. | Av. Adolfo López Mateos No. 336 Int. 1, Col. Jacarandas, Tlalnepantla. Tel. 1106 2399 | México | Tlalnepantla | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1500000 | 9-Jul-07 | 9-Jul.-17 |
| 21-V-39-07 | Centro Iniversitario de Vinculación de la Benemérita Universidad Autónoma de | Prolongación de la 24 Sur y Av. San Claudio S/N, Col. San Manuel Ciudad, Puebla. Tel. 01 | Puebla | Puebla | Lodos, sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 633000 | 2-Ago-07 | 2-Ago.-17 |

**REGISTRO FEDERAL DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA
RESTAURAR SUELOS CONTAMINADOS**

| | | | | | | | | |
|------------|---|--|------------|---------------------|--|---------|-----------|-------------|
| | Puebla | (222) 229 5500 Ext. 2206 | | | | | | |
| 9-V-48-07 | Proyectos de Ingeniería y Control Ambiental, S.A. de C.V. | Sacramento No. 115-1C, Col. Del Vazlle, Benito Juárez. Tel. 5687-1907 | DF | Benito Juárez | Lodos, sedimentos y suelos contaminados con hidrocarburos | 410000 | 2-Ago.-07 | 2-Ago.-17 |
| 13-V-54-07 | Grupo Industrial Hesca, S.A. de C.V. | Av. Jose Ma. Morelos No. 71 local B, Col. Centro, Progreso de Obregón, Tel. 01 (738) 7357 589 | Hidalgo | Biológico y Químico | Suelos contaminados con hidrocarburos | 1500000 | 11-Sep-07 | 11-Sep-07 |
| 19-V-56-07 | Biotecnología Aplicada al saneamiento Ambiental, S.A. de C.V. | Bld. Antonio López Rdz. No. 1884 Pte. Parque Torre I Piso), Col. Santa María, Monterrey. Tel. 01 (81) 8122 7601 | Nuevo León | Biológico | Suelos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos | 500000 | 24-Sep-07 | 24-Sept.-17 |
| 27-V-57-07 | Constin, S.A. de C.V. | Circuito Planetario No. 118-102, Col. Tabasco 2000, Villahermosa. Tel. 01 (993) 316 7575 | Tabasco | Biológico y Químico | Suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos | 2400000 | 24-Sep-07 | 24-Sept.-17 |
| 19-V-58-07 | Biotecnología Elemental, S.A. de C.V. | Calzada del Valle No. 111 2do. Piso, Col. Del Valle, San Pedro Garza. Tel. 01 (81) 1492 1130 y 32 | Nuevo León | Biológico | Suelos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos | 1600000 | 24-Sep-07 | 24-Sept.-17 |
| 19-V-59-07 | Teox, S.A. de C.V. | Batallón de San Patricio No. 109-404, Col. Valle Oriente. Garza García. Tel. 01 (81) 8221 2422 | Nuevo León | Biológico | Suelos contaminados con hidrocarburos | 600000 | 24-Sep-07 | 24-Sept.-17 |

ANEXOS III

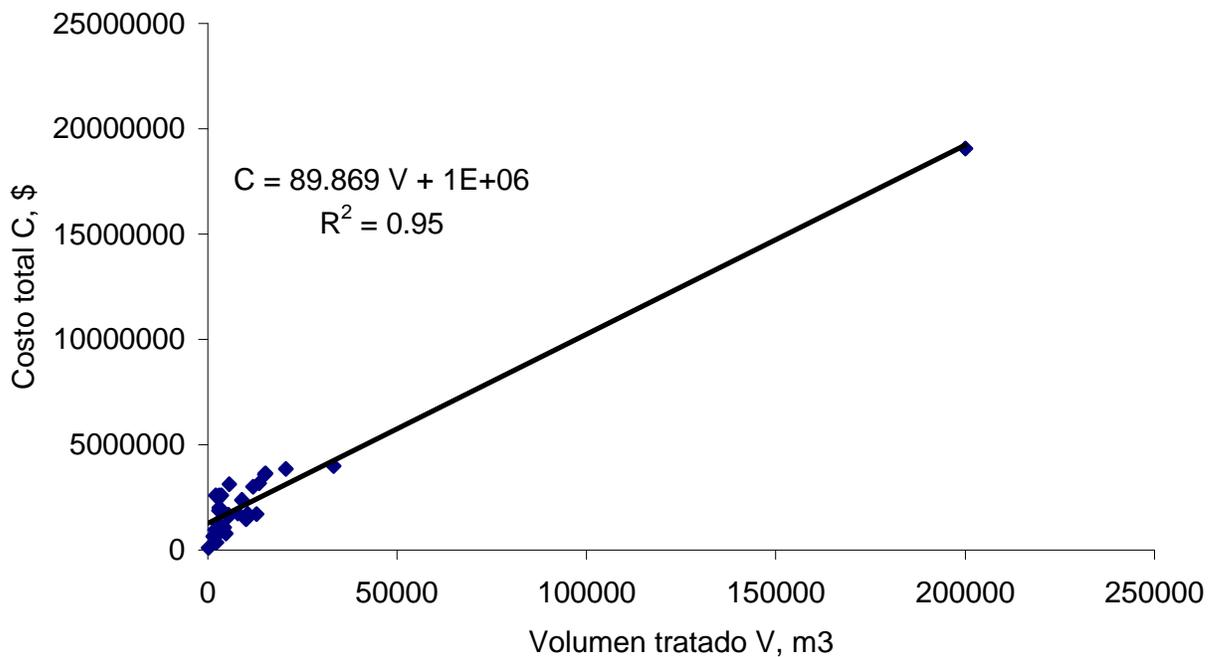
Análisis Gráfico y Ajuste de Curvas

Siguiendo la tabla 3.6 Tipos de funciones y métodos de graficación que pueden usarse para producir curvas, referidas en Holman J. "Métodos experimentales para ingenieros", p.p. 99 y 100, se seleccionaron seis métodos de análisis, los cuales fueron aplicados a la información contenida en la base de datos. Los resultados obtenidos se muestran en los párrafos subsecuentes.

1.- Graficando el Costo total (C) contra el Volumen tratado (V) y aplicando un ajuste de mínimos cuadrados.

A partir de la información de la base de datos para los parámetros en cuestión se grafica el costo total contra el volumen de suelo tratado, generando el grafico 1

Grafico 1 General de la base de datos

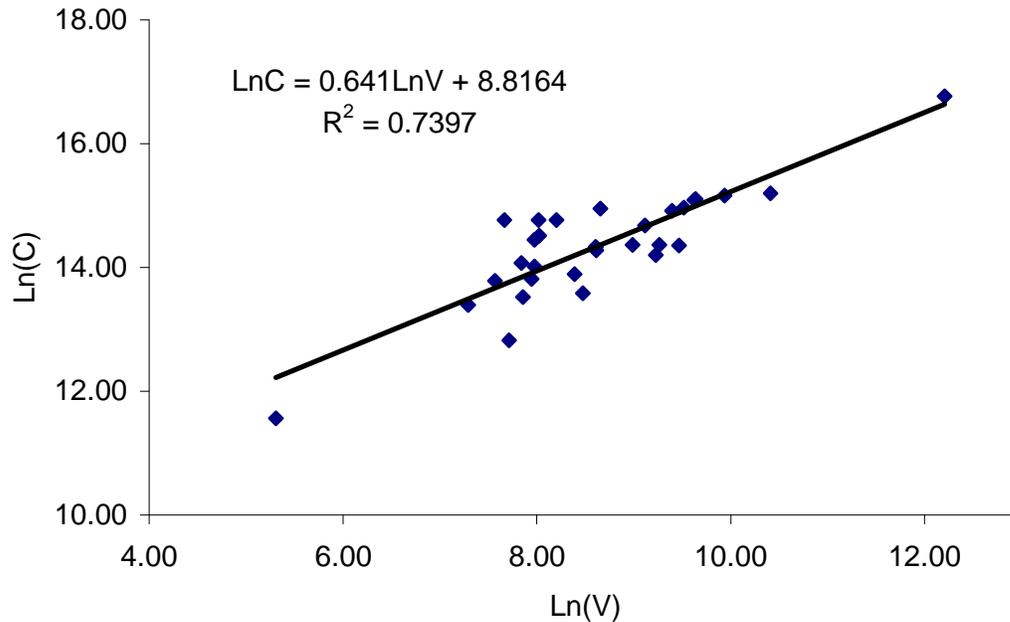


Donde a es igual a la pendiente, misma que tuvo un valor de 89.869 y b definida como la ordena al origen presenta un valor de 1×10^6 . Con las anteriores constantes se obtuvo el siguiente modelo:

$$C = 89.869V + 1 \times 10^6$$

2.- Se calcularon el Ln (C) y Ln (V) a partir de la información contenida en la base de datos y de este modo fueron graficados el logaritmo natural del Costo total contra el logaritmo natural del Volumen tratado (Ver Gráfico 2).

Grafico 2 Ln costo total contra el Ln del volumen tratado



El valor de la ordenada al origen se calcula a partir del valor 8.8164, mismo que es el $\text{Ln}(a)$, el cual fue calculado de la siguiente forma:

La ordenada al origen es igual a $\text{Ln } a$, con lo cual a se calcula como:

$$a = e^{8.8164}$$

Es decir que a es igual a 6744.

Además se obtuvo la pendiente cuyo valor se calculó en 0.64, el cual siguiendo el análisis fue asociado a b .

La ecuación de la recta resultante es $\text{LnC} = 0.641 \text{LnV} + 8.8164$. De donde se desprende la relación funcional propuesta en la tabla 3.6, cuyo formato es $y=aX^b$.

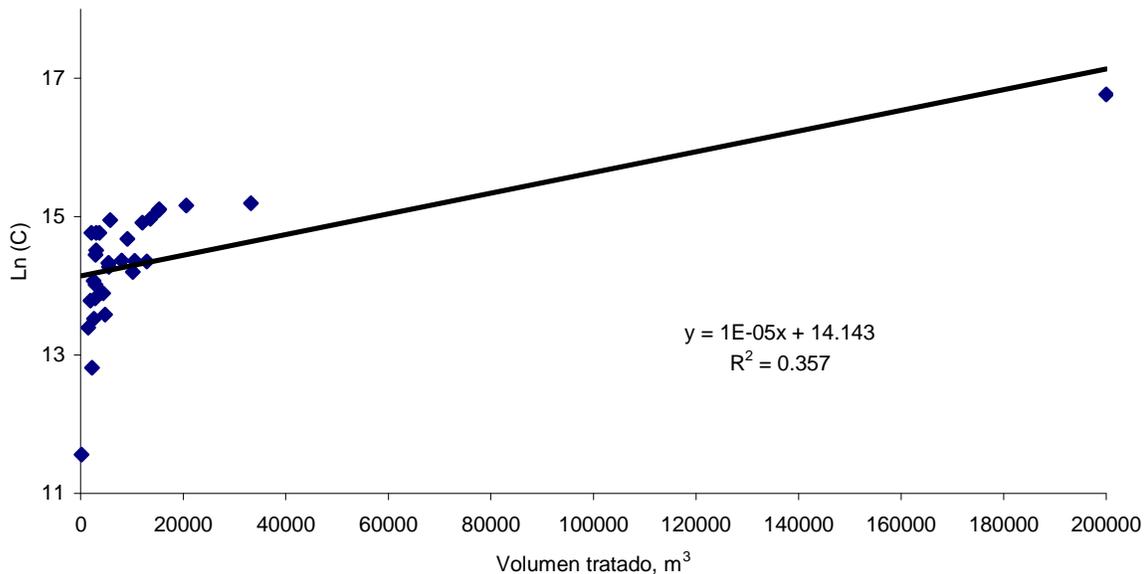
Sustituyendo los valores de a y b obtenidos previamente, se tiene que la relación funcional obtenida para este modelo es:

$$C = 6744V^{0.641} \quad \text{Modelo 1 Logarítmico}$$

Es importante mencionar que esta relación presenta un exponente de 0.641, el cual es congruente con el estipulado en la regla de los seis décimos, misma que es utilizada ampliamente en la estimación preliminar de costos y ajustes de costos por capacidad o volumen de proceso.

3.- Se obtuvo Ln de Costo total contra el volumen de suelo tratado y el resultado es el grafico 3.

Grafico 3. Logaritmo natural del costo total contra el volumen



En este caso los valores de $a = e^{14.143} = 1387480.402$ y $b = 1 \times 10^{-5} / \ln(e) = 1 \times 10^{-5}$

Así el modelo resultó ser el siguiente:

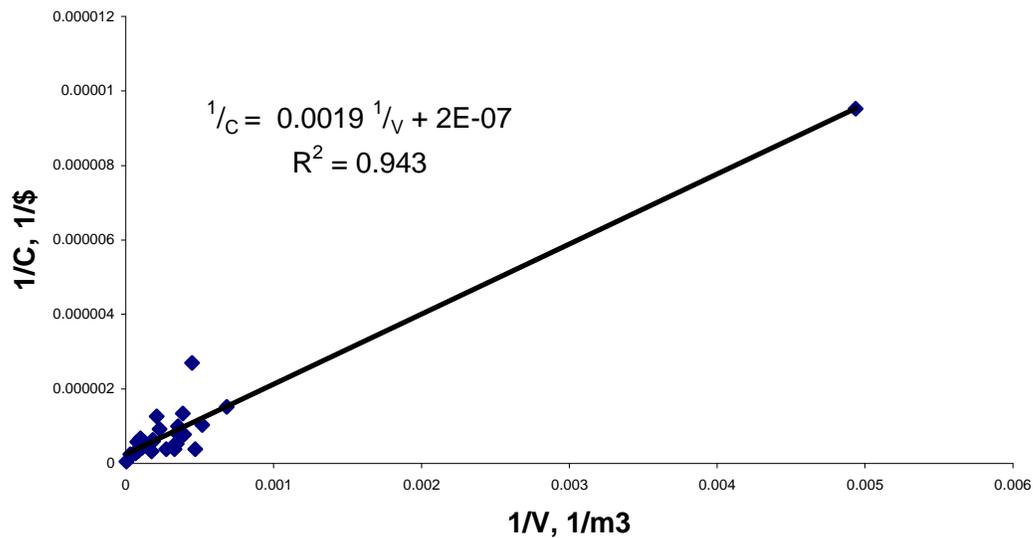
$$C = 1387480.402e^{0.00001}$$

4.- Se calcularon $\frac{1}{C}$ y $\frac{1}{V}$ de la información de la base de datos y fue graficado $\frac{1}{C}$ contra $\frac{1}{V}$ obteniéndose el gráfico 4.

De forma análoga al punto anterior, se obtienen los valores de a y b tal como se indica en la tabla 3. Tomando en consideración que ahora la ordenada al origen es b y que la pendiente es a, con lo cual, se tiene que: $a= 0.0019$ y $b= 0.0000002$ y la relación funcional queda como sigue

$$y = \frac{x}{a + bx}$$

Gráfico 4 inversa del costo Vs. inversa del volumen



Y el modelo obtenido fue:

$$C = \frac{V}{0.0019 + 0.0000002V} \quad \text{Modelo 2 Inversa}$$

5.- La siguiente propuesta es graficar el costo total contra la inversa del volumen $\frac{1}{V}$, el resultado de dicho análisis es el gráfico 5. Sin embargo el coeficiente de correlación presenta un valor muy alejado a la unidad, lo cual nos indica que los resultados que arroje el modelo no se ajustarán de manera propia a la información real.

El modelo obtenido a través de este método es el siguiente:

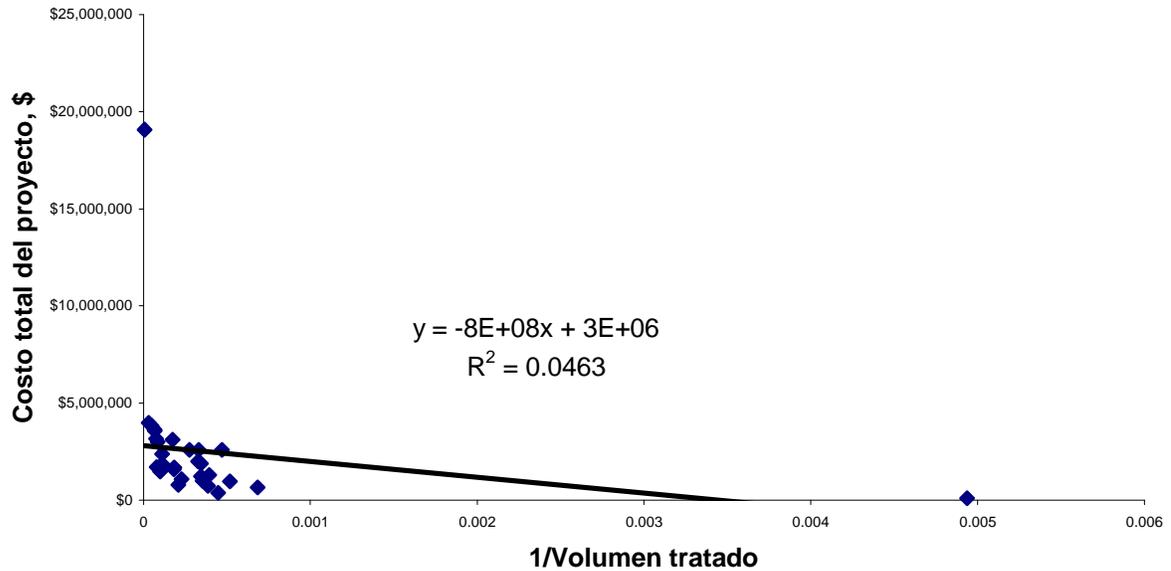
a = la ordenada al origen =

b = la pendiente =

El modelo resultó con el siguiente formato:

$$C = 3 \times 10^6 + \frac{-8 \times 10^8}{V}$$

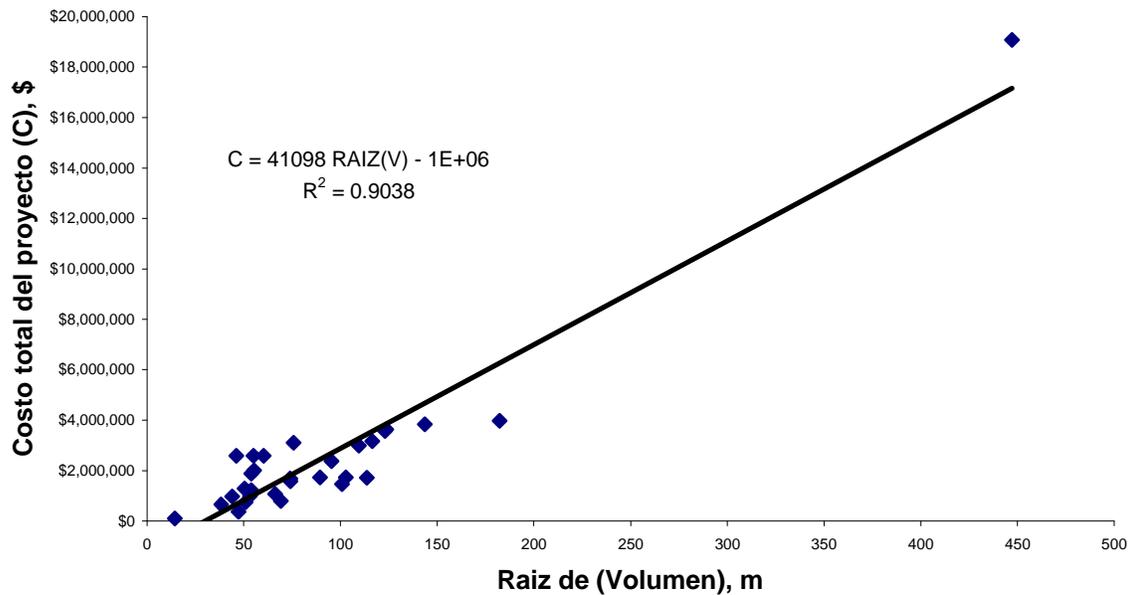
Grafico 5 Costo Vs. 1/Volumen



6.- Al graficar el costo total del proyecto contra la raíz del volumen de suelo tratado se consiguió como resultado el gráfico 6, del cual se puede obtener la relación funcional con la siguiente forma:

$$y = a + b\sqrt{x}$$

Grafico 6 Costo total Vs. Raiz (x)



Cambiando las variables que se definieron Costo total del proyecto “C” y el Volumen de suelo tratado “V” y calculando las constantes a y b, ver la tabla 3; de donde se obtiene que “a” u ordenada al origen es igual a -1E+06 y b denominada como la pendiente es igual a 41098, se obtuvo la siguiente relación funcional:

$$C = -1x10^6 + 41098\sqrt{V} \quad \text{Modelo 3, Raíz}$$

7. Resumen de cálculos.

La tabla I muestra todos los cálculos y el correspondiente análisis para la obtención de las graficas mostradas previamente.

Tabla I Cálculos con la base de datos

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Ln(x) | Ln(y) | 1/x | 1/y | Raiz (x) |
|--------|-----------------------------------|------------------|-------|-------|------------|-------------|----------|
| 1 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | 7.66 | 14.77 | 0.00046948 | 3.86054E-07 | 46.15 |
| 2 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | 9.52 | 14.97 | 7.3703E-05 | 3.15881E-07 | 116.48 |
| 3 | 2,589.81 | \$745,422.56 | 7.86 | 13.52 | 0.00038613 | 1.34152E-06 | 50.89 |
| 4 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | 9.26 | 14.36 | 9.4746E-05 | 5.78531E-07 | 102.74 |
| 5 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | 8.66 | 14.95 | 0.00017409 | 3.21313E-07 | 75.79 |
| 6 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | 8.02 | 14.77 | 0.000329 | 3.86054E-07 | 55.13 |
| 7 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | 7.98 | 14.02 | 0.00034338 | 8.17123E-07 | 53.96 |
| 8 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | 12.21 | 16.76 | 0.000005 | 5.2433E-08 | 447.21 |
| 9 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | 8.39 | 13.89 | 0.00022727 | 9.27798E-07 | 66.33 |
| 10 | 2,239.50 | \$369,749.49 | 7.71 | 12.82 | 0.00044653 | 2.70453E-06 | 47.32 |
| 11 | 4,798.61 | \$792,267.73 | 8.48 | 13.58 | 0.00020839 | 1.2622E-06 | 69.27 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | 8.03 | 14.51 | 0.0003266 | 4.97882E-07 | 55.33 |
| 13 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | 7.95 | 13.82 | 0.00035336 | 9.98416E-07 | 53.20 |
| 14 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | 9.64 | 15.11 | 6.5359E-05 | 2.74916E-07 | 123.69 |
| 15 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | 9.63 | 15.09 | 6.6053E-05 | 2.7935E-07 | 123.04 |
| 16 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | 7.98 | 14.45 | 0.00034338 | 5.30854E-07 | 53.96 |
| 17 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | 9.93 | 15.16 | 4.8497E-05 | 2.60421E-07 | 143.60 |
| 18 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | 8.99 | 14.37 | 0.000125 | 5.76663E-07 | 89.44 |
| 19 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | 8.20 | 14.77 | 0.00027417 | 3.86054E-07 | 60.39 |
| 20 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | 9.39 | 14.91 | 8.3333E-05 | 3.33354E-07 | 109.54 |
| 21 | 1,466.00 | \$656,676.61 | 7.29 | 13.39 | 0.00068213 | 1.52282E-06 | 38.29 |
| 22 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | 8.61 | 14.33 | 0.00018293 | 5.97268E-07 | 73.94 |
| 23 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | 9.12 | 14.68 | 0.00010985 | 4.20828E-07 | 95.41 |
| 24 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | 8.61 | 14.28 | 0.00018182 | 6.31118E-07 | 74.16 |
| 25 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | 10.41 | 15.20 | 3.0058E-05 | 2.51255E-07 | 182.40 |
| 26 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | 9.47 | 14.35 | 7.7397E-05 | 5.83395E-07 | 113.67 |
| 27 | 1,934.60 | \$969,413.28 | 7.57 | 13.78 | 0.0005169 | 1.03155E-06 | 43.98 |
| 28 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | 9.23 | 14.20 | 9.8396E-05 | 6.79429E-07 | 100.81 |
| 29 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | 7.84 | 14.07 | 0.00039269 | 7.7541E-07 | 50.46 |
| 30 | 202.50 | \$105,001.85 | 5.31 | 11.56 | 0.00493827 | 9.52364E-06 | 14.23 |
| 31 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | 8.61 | 14.33 | 0.00018293 | 5.97268E-07 | 73.94 |

ANEXOS IV

Validación de los Modelos Propuestos

Acomodando los valores de la base de datos en orden ascendente tenemos la siguiente tabla I

Tabla I calculo del % de desviación y el costo (\$) de desviación.

| Numero | VOLUMEN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) |
|--------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 |
| 17 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 |
| 18 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 |
| 19 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 |
| 20 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 |
| 21 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 |
| 22 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 |
| 23 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 |
| 24 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 |
| 25 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 |
| 26 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 |
| 27 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 |
| 28 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 |
| 29 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 |
| 30 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 |
| 31 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 |

El siguiente paso es la evaluación de los modelos propuestos con el volumen de suelos tratados, real, de la base de datos Y posteriormente se calcula el porcentaje de desviación del costo (%desv) el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$\%desv = \left| \frac{Cr - Cm}{Cr} \right| \times 100$$

Donde:

Cr = CVosto real.

Cm = Costo del modelo.

Para obtener la Desviación Económica (DE) se calcula lo siguiente:

$$DE = Cr - Cm$$

Si el resultado es un valor positivo quiere decir que el costo real esta por arriba del valor estimado con el modelo. Si es un valor negativo quiere decir que el valor estimado esta sobre estimado.

Tabla II Cálculos del por ciento de desviación

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo lineal (Cm) | % de Desviación | Modelo logaritmico (Cm) | % de Desviación | Modelo inversa (Cm) | % de Desviación | Modelo Raiz (Cm) | % de Desviación |
|--------|-----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$1,018,198.47 | 870% | \$202,925.21 | 93% | \$104,354.55 | 1% | -\$415,165.21 | 495% |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$1,131,747.95 | 72% | \$721,787.63 | 10% | \$668,429.69 | 2% | \$573,575.82 | 13% |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$1,173,860.57 | 21% | \$862,228.77 | 11% | \$845,941.27 | 13% | \$807,658.05 | 17% |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$1,191,420.97 | 54% | \$917,083.52 | 65% | \$915,735.17 | 65% | \$896,751.73 | 65% |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$1,201,261.63 | 225% | \$947,031.44 | 156% | \$953,831.08 | 158% | \$944,895.27 | 156% |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$1,228,855.90 | 5% | \$1,028,331.00 | 20% | \$1,056,962.37 | 18% | \$1,073,942.88 | 17% |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$1,232,743.63 | 65% | \$1,039,494.72 | 39% | \$1,071,071.42 | 44% | \$1,091,484.45 | 46% |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$1,254,329.27 | 25% | \$1,100,303.94 | 10% | \$1,147,607.46 | 15% | \$1,186,320.90 | 18% |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$1,261,716.50 | 3% | \$1,120,684.46 | 8% | \$1,173,119.99 | 4% | \$1,217,845.49 | 0% |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$1,261,716.50 | 33% | \$1,120,684.46 | 41% | \$1,173,119.99 | 38% | \$1,217,845.49 | 35% |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$1,273,154.13 | 51% | \$1,151,836.91 | 56% | \$1,211,961.11 | 53% | \$1,265,789.81 | 51% |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$1,275,168.09 | 37% | \$1,157,273.41 | 42% | \$1,218,718.85 | 39% | \$1,274,127.30 | 37% |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$1,327,784.60 | 49% | \$1,294,630.59 | 50% | \$1,387,107.37 | 46% | \$1,482,047.01 | 43% |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$1,395,423.60 | 29% | \$1,460,060.08 | 35% | \$1,582,733.81 | 47% | \$1,726,132.91 | 60% |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$1,431,246.28 | 81% | \$1,543,521.09 | 95% | \$1,677,998.77 | 112% | \$1,846,940.66 | 133% |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$1,491,267.09 | 11% | \$1,677,985.63 | 0% | \$1,826,241.04 | 9% | \$2,038,607.25 | 22% |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$1,494,279.50 | 6% | \$1,684,573.81 | 6% | \$1,833,333.33 | 16% | \$2,047,909.25 | 29% |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$1,516,207.54 | 51% | \$1,732,104.19 | 44% | \$1,884,019.94 | 39% | \$2,114,783.77 | 32% |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$1,718,952.00 | 1% | \$2,141,895.33 | 24% | \$2,285,714.29 | 32% | \$2,675,916.87 | 54% |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$1,818,128.73 | 23% | \$2,326,870.88 | 2% | \$2,446,726.62 | 3% | \$2,921,268.28 | 23% |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$1,913,341.34 | 30% | \$2,497,005.15 | 70% | \$2,584,299.06 | 76% | \$3,143,165.59 | 114% |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$1,948,523.26 | 13% | \$2,558,240.49 | 48% | \$2,631,455.47 | 52% | \$3,222,208.99 | 86% |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$2,078,428.00 | 31% | \$2,777,619.42 | 7% | \$2,790,697.67 | 7% | \$3,502,060.33 | 17% |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$2,161,147.92 | 26% | \$2,912,369.87 | 70% | \$2,881,398.46 | 68% | \$3,671,533.93 | 114% |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$2,219,335.40 | 30% | \$3,005,097.52 | 5% | \$2,940,863.33 | 7% | \$3,787,153.19 | 20% |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$2,360,555.55 | 34% | \$3,223,782.58 | 10% | \$3,072,187.06 | 14% | \$4,056,777.82 | 13% |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$2,374,995.70 | 35% | \$3,245,673.05 | 11% | \$3,084,677.42 | 15% | \$4,083,541.85 | 12% |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$2,853,098.78 | 26% | \$3,929,855.60 | 2% | \$3,422,974.77 | 11% | \$4,901,535.42 | 28% |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$3,989,817.61 | 0% | \$5,340,007.41 | 34% | \$3,889,372.63 | 2% | \$6,496,146.77 | 63% |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$18,973,800.00 | 1% | \$16,860,784.93 | 12% | \$4,773,269.69 | 75% | \$17,379,584.35 | 9% |

65%

36%

36%

61%

Los valores del promedio de los porcentajes de desviación se calcularon de la siguiente forma:

$$\% desv_{prom} = \frac{\sum \% desv}{30}$$

Donde:

%desvprom es el promedio de los porcentos de desviación.

%desv es el porcentaje de desviación de los costos del modelo con respecto a los costos reales.

30 es el número de datos de la base de datos.

Tabla III. Promedio del porcentaje de desviación

| | Modelo lineal | Modelo 1 Logarítmico | Modelo 2 Inversa | Modelo 3 Raíz |
|-----------|---------------|----------------------|------------------|---------------|
| %desvprom | 65 | 38 | 38 | 61 |

ANÁLISIS DE LA DESVIACIÓN ECONÓMICA

Tabla del análisis de desviación económica (DE) Para el modelo lineal.

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo lineal (Cm) | % de Desviación | \$ de Desviación |
|------------|---|------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 1,018,198.47 | 870% | -\$ 913,196.62 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 1,131,747.95 | 72% | -\$ 475,071.34 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 1,173,860.57 | 21% | -\$ 204,447.29 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 1,191,420.97 | 54% | \$ 1,398,893.45 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 1,201,261.63 | 225% | -\$ 831,512.14 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,228,855.90 | 5% | \$ 60,783.77 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,232,743.63 | 65% | -\$ 487,321.07 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,254,329.27 | 25% | -\$ 252,742.65 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,261,716.50 | 3% | -\$ 37,909.86 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,261,716.50 | 33% | \$ 622,041.28 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,273,154.13 | 51% | \$ 1,317,160.29 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,275,168.09 | 37% | \$ 733,341.86 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,327,784.60 | 49% | \$ 1,262,529.82 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,395,423.60 | 29% | -\$ 317,602.39 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,431,246.28 | 81% | -\$ 638,978.55 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,491,267.09 | 11% | \$ 183,022.70 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,494,279.50 | 6% | \$ 90,210.02 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,516,207.54 | 51% | \$ 1,596,024.24 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 1,718,952.00 | 1% | \$ 15,162.80 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 1,818,128.73 | 23% | \$ 558,141.58 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 1,913,341.34 | 30% | -\$ 441,517.01 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 1,948,523.26 | 13% | -\$ 220,006.64 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,078,428.00 | 31% | \$ 921,388.73 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,161,147.92 | 26% | -\$ 447,042.22 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 2,219,335.40 | 30% | \$ 946,416.47 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 2,360,555.55 | 34% | \$ 1,219,180.92 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 2,374,995.70 | 35% | \$ 1,262,481.39 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 2,853,098.78 | 26% | \$ 986,838.95 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 3,989,817.61 | 0% | -\$ 9,805.10 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 18,973,800.00 | 1% | \$ 98,156.56 |
| 418,058.58 | | \$75,565,128.46 | \$ 69,061,773.62 | | \$ 8,177,644.63 |

En esta tabla se puede ver que si se considerara un tratamiento de 418,058.58 m³ de suelo para tratar en el modelo lineal se estima un costo de tratamiento de \$ 69,061,773.62 comparado con el costo real que fue de \$ 75,565,128.46 podemos calcular el porcentaje de desviación de la siguiente manera:

$$\%Desv = 100 - \frac{100 \times 69061773.62}{75565128.46} = \pm 8.61 \%$$

Otra forma de analizar lo es calculando el costo unitario de cada modelo, con el mismo volumen y después compararlos con el real. Así para este caso se tiene:

$$Cu = \frac{69061773.62}{418058.58} \frac{\$}{m^3} = 165.20 \frac{\$}{m^3}$$

Tabla del análisis de desviación económica (DE) Para el modelo 1 Logarítmico.

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo logarítmico (Cm) | % de Desviación | \$ de Desviación |
|--------|-----------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 202,925.21 | 93% | -\$ 97,923.36 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 721,787.63 | 10% | -\$ 65,111.02 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 862,228.77 | 11% | \$ 107,184.51 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 917,083.52 | 65% | \$ 1,673,230.90 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 947,031.44 | 156% | -\$ 577,281.95 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,028,331.00 | 20% | \$ 261,308.67 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,039,494.72 | 39% | -\$ 294,072.16 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,100,303.94 | 10% | -\$ 98,717.32 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,120,684.46 | 8% | \$ 103,122.18 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,120,684.46 | 41% | \$ 763,073.32 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,151,836.91 | 56% | \$ 1,438,477.51 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,157,273.41 | 42% | \$ 851,236.54 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,294,630.59 | 50% | \$ 1,295,683.83 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,460,060.08 | 35% | -\$ 382,238.87 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,543,521.09 | 95% | -\$ 751,253.36 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,677,985.63 | 0% | -\$ 3,695.84 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,684,573.81 | 6% | -\$ 100,084.29 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,732,104.19 | 44% | \$ 1,380,127.59 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,141,895.33 | 24% | -\$ 407,780.53 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,326,870.88 | 2% | \$ 49,399.43 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 2,497,005.15 | 70% | -\$ 1,025,180.82 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 2,558,240.49 | 48% | -\$ 829,723.87 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,777,619.42 | 7% | \$ 222,197.31 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,912,369.87 | 70% | -\$ 1,198,264.17 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 3,005,097.52 | 5% | \$ 160,654.35 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 3,223,782.58 | 10% | \$ 355,953.89 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 3,245,673.05 | 11% | \$ 391,804.04 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 3,929,855.60 | 2% | -\$ 89,917.87 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 5,340,007.41 | 34% | -\$ 1,359,994.90 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 16,860,784.93 | 12% | \$ 2,211,171.63 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$ 73,259,728.71 | | \$ 3,979,689.54 |

En esta tabla se puede ver que si se considerara un tratamiento de 418,058.58 m³ de suelo para tratar en el modelo 1 Logarítmico se estima un costo de tratamiento de \$ 73,259,728.71 comparado con el costo real que fue de \$ 75,565,128.46 podemos calcular el porcentaje de desviación de la siguiente manera:

$$\%Desv = 100 - \frac{100 \times 73259728.71}{75565128.46} = \pm 3.05 \%$$

Otra forma de analizar lo es calculando el costo unitario de cada modelo, con el mismo volumen y después compararlos con el real. Así para este caso se tiene:

$$Cu = \frac{73259728.71}{418058.58} \frac{\$}{m^3} = 175.24 \frac{\$}{m^3}$$

Tabla del análisis de desviación económica (DE) Para el modelo 2 inverso.

| Numero | VOLUMEN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo inversa (Cm) | % de Desviación | \$ de Desviación |
|--------|-----------------------------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 104,354.55 | 1% | \$ 647.30 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 668,429.69 | 2% | -\$ 11,753.08 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 845,941.27 | 13% | \$ 123,472.01 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 915,735.17 | 65% | \$ 1,674,579.25 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 953,831.08 | 158% | -\$ 584,081.59 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,056,962.37 | 18% | \$ 232,677.30 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,071,071.42 | 44% | -\$ 325,648.86 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,147,607.46 | 15% | -\$ 146,020.84 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,173,119.99 | 4% | \$ 50,686.65 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,173,119.99 | 38% | \$ 710,637.79 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,211,961.11 | 53% | \$ 1,378,353.31 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,218,718.85 | 39% | \$ 789,791.10 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,387,107.37 | 46% | \$ 1,203,207.05 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,582,733.81 | 47% | -\$ 504,912.60 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,677,998.77 | 112% | -\$ 885,731.04 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,826,241.04 | 9% | -\$ 151,951.25 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,833,333.33 | 16% | -\$ 248,843.81 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,884,019.94 | 39% | \$ 1,228,211.84 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,285,714.29 | 32% | -\$ 551,599.49 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,446,726.62 | 3% | -\$ 70,456.31 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 2,584,299.06 | 76% | -\$ 1,112,474.73 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 2,631,455.47 | 52% | -\$ 902,938.85 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,790,697.67 | 7% | \$ 209,119.06 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,881,398.46 | 68% | -\$ 1,167,292.76 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 2,940,863.33 | 7% | \$ 224,888.54 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 3,072,187.06 | 14% | \$ 507,549.41 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 3,084,677.42 | 15% | \$ 552,799.67 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 3,422,974.77 | 11% | \$ 416,962.96 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 3,889,372.63 | 2% | \$ 90,639.88 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 4,773,269.69 | 75% | \$ 14,298,686.87 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$ 60,362,164.74 | | \$ 16,877,253.51 |

En esta tabla se puede ver que si se considerara un tratamiento de 418,058.58 m³ de suelo para tratar en el modelo 2 inversa se estima un costo de tratamiento de \$ 60,362,164.74 comparado con el costo real que fue de \$ 75,565,128.46 podemos calcular el porcentaje de desviación de la siguiente manera:

$$\% Desv = 100 - \frac{100 \times 60362164.74}{75565128.46} = \pm 20.12 \%$$

Otra forma de analizar lo es calculando el costo unitario de cada modelo, con el mismo volumen y después compararlos con el real. Así para este caso se tiene:

$$Cu = \frac{60362164.74}{418058.58} \frac{\$}{m^3} = 144.39 \frac{\$}{m^3}$$

Tabla del análisis de desviación económica (DE) Para el modelo 3 Raíz.

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo Raiz (Cm) | % de Desviación | \$ de Desviación |
|--------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | -\$ 415,165.21 | 495% | \$ 520,167.06 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 573,575.82 | 13% | \$ 83,100.79 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 807,658.05 | 17% | \$ 161,755.23 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 896,751.73 | 65% | \$ 1,693,562.69 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 944,895.27 | 156% | -\$ 575,145.78 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,073,942.88 | 17% | \$ 215,696.79 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,091,484.45 | 46% | -\$ 346,061.89 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,186,320.90 | 18% | -\$ 184,734.28 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,217,845.49 | 0% | \$ 5,961.15 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,217,845.49 | 35% | \$ 665,912.29 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,265,789.81 | 51% | \$ 1,324,524.61 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,274,127.30 | 37% | \$ 734,382.65 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,482,047.01 | 43% | \$ 1,108,267.41 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,726,132.91 | 60% | -\$ 648,311.70 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,846,940.66 | 133% | -\$ 1,054,672.93 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 2,038,607.25 | 22% | -\$ 364,317.46 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 2,047,909.25 | 29% | -\$ 463,419.73 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 2,114,783.77 | 32% | \$ 997,448.01 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,675,916.87 | 54% | -\$ 941,802.07 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,921,268.28 | 23% | -\$ 544,997.97 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 3,143,165.59 | 114% | -\$ 1,671,341.26 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 3,222,208.99 | 86% | -\$ 1,493,692.37 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 3,502,060.33 | 17% | -\$ 502,243.60 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 3,671,533.93 | 114% | -\$ 1,957,428.23 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 3,787,153.19 | 20% | -\$ 621,401.32 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 4,056,777.82 | 13% | -\$ 477,041.35 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 4,083,541.85 | 12% | -\$ 446,064.76 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 4,901,535.42 | 28% | -\$ 1,061,597.69 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 6,496,146.77 | 63% | -\$ 2,516,134.26 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$17,379,584.35 | 9% | \$ 1,692,372.21 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$84,270,993.47 | | -\$ 7,031,575.22 |

En esta tabla se puede ver que si se considerara un tratamiento de 418,058.58 m³ de suelo para tratar en el modelo 3 Raíz se estima un costo de tratamiento de \$84,270,993.47 comparado con el costo real que fue de \$ 75,565,128.46, podemos calcular el porcentaje de desviación de la siguiente manera:

$$\%Desv = 100 - \frac{100 \times 84270993.47}{75565128.46} = \pm 11.52 \%$$

Otra forma de analizar lo es calculando el costo unitario de cada modelo, con el mismo volumen y después compararlos con el real. Así para este caso se tiene:

$$Cu = \frac{84270993.47}{418058.58} \frac{\$}{m^3} = 201.58 \frac{\$}{m^3}$$

ANEXOS V

PROPUESTA DE MODELOS

Tabla I Modelo lineal

| Numero | VOLUMEN TRATADO (m3) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo lineal (Cm) | 30% | -30% |
|--------|----------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 1,018,198.47 | \$ 1,323,658.01 | \$ 712,738.93 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 1,131,747.95 | \$ 1,471,272.34 | \$ 792,223.57 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 1,173,860.57 | \$ 1,526,018.74 | \$ 821,702.40 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 1,191,420.97 | \$ 1,548,847.26 | \$ 833,994.68 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 1,201,261.63 | \$ 1,561,640.11 | \$ 840,883.14 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,228,855.90 | \$ 1,597,512.67 | \$ 860,199.13 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,232,743.63 | \$ 1,602,566.73 | \$ 862,920.54 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,254,329.27 | \$ 1,630,628.05 | \$ 878,030.49 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,261,716.50 | \$ 1,640,231.45 | \$ 883,201.55 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,261,716.50 | \$ 1,640,231.45 | \$ 883,201.55 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,273,154.13 | \$ 1,655,100.37 | \$ 891,207.89 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,275,168.09 | \$ 1,657,718.52 | \$ 892,617.67 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,327,784.60 | \$ 1,726,119.97 | \$ 929,449.22 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,395,423.60 | \$ 1,814,050.68 | \$ 976,796.52 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,431,246.28 | \$ 1,860,620.17 | \$ 1,001,872.40 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,491,267.09 | \$ 1,938,647.22 | \$ 1,043,886.96 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,494,279.50 | \$ 1,942,563.35 | \$ 1,045,995.65 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,516,207.54 | \$ 1,971,069.80 | \$ 1,061,345.28 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 1,718,952.00 | \$ 2,234,637.60 | \$ 1,203,266.40 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 1,818,128.73 | \$ 2,363,567.35 | \$ 1,272,690.11 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 1,913,341.34 | \$ 2,487,343.75 | \$ 1,339,338.94 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 1,948,523.26 | \$ 2,533,080.24 | \$ 1,363,966.28 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,078,428.00 | \$ 2,701,956.40 | \$ 1,454,899.60 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,161,147.92 | \$ 2,809,492.30 | \$ 1,512,803.54 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 2,219,335.40 | \$ 2,885,136.02 | \$ 1,553,534.78 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 2,360,555.55 | \$ 3,068,722.21 | \$ 1,652,388.88 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 2,374,995.70 | \$ 3,087,494.41 | \$ 1,662,496.99 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 2,853,098.78 | \$ 3,709,028.41 | \$ 1,997,169.15 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 3,989,817.61 | \$ 5,186,762.89 | \$ 2,792,872.33 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 18,973,800.00 | \$ 24,665,940.00 | \$ 13,281,660.00 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$ 69,061,773.62 | \$ 89,780,305.70 | \$ 48,343,241.53 |

La ecuación que describe al modelo es la siguiente:

$$C = 89.869V + 1,000,000$$

MODELO LÍNEAL

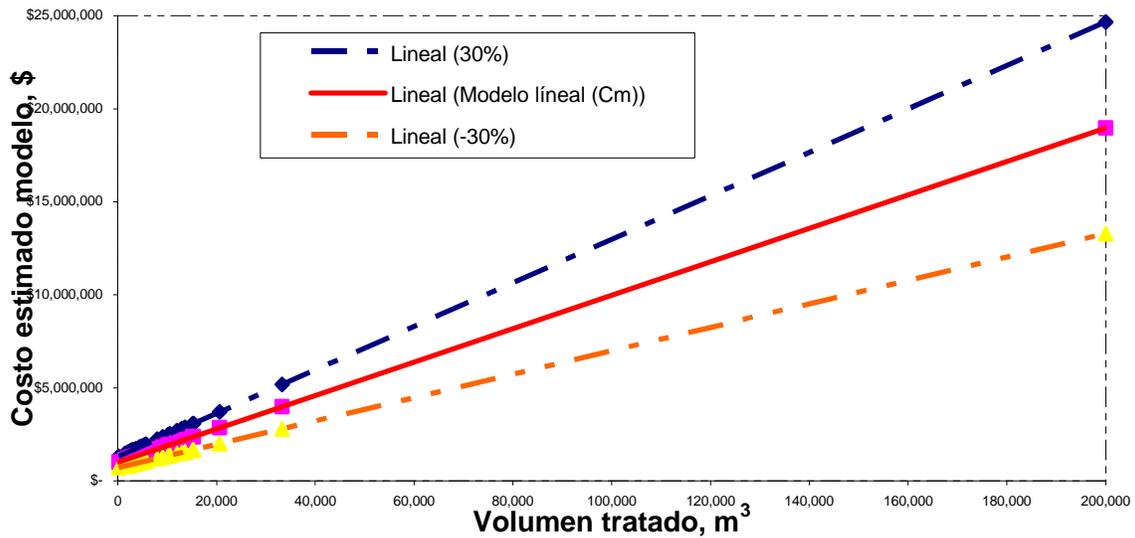


Tabla II Modelo Logarítmico

| Numero | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo logarítmico (Cm) | 30% | -30% |
|------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 202,925.21 | \$ 263,802.77 | \$ 142,047.65 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 721,787.63 | \$ 938,323.92 | \$ 505,251.34 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 862,228.77 | \$ 1,120,897.40 | \$ 603,560.14 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 917,083.52 | \$ 1,192,208.57 | \$ 641,958.46 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 947,031.44 | \$ 1,231,140.87 | \$ 662,922.01 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,028,331.00 | \$ 1,336,830.30 | \$ 719,831.70 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,039,494.72 | \$ 1,351,343.14 | \$ 727,646.30 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,100,303.94 | \$ 1,430,395.12 | \$ 770,212.76 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,120,684.46 | \$ 1,456,889.80 | \$ 784,479.12 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,120,684.46 | \$ 1,456,889.80 | \$ 784,479.12 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,151,836.91 | \$ 1,497,387.98 | \$ 806,285.84 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,157,273.41 | \$ 1,504,455.44 | \$ 810,091.39 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,294,630.59 | \$ 1,683,019.77 | \$ 906,241.41 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,460,060.08 | \$ 1,898,078.11 | \$ 1,022,042.06 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,543,521.09 | \$ 2,006,577.42 | \$ 1,080,464.76 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,677,985.63 | \$ 2,181,381.32 | \$ 1,174,589.94 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,684,573.81 | \$ 2,189,945.96 | \$ 1,179,201.67 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,732,104.19 | \$ 2,251,735.45 | \$ 1,212,472.93 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,141,895.33 | \$ 2,784,463.92 | \$ 1,499,326.73 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,326,870.88 | \$ 3,024,932.14 | \$ 1,628,809.62 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 2,497,005.15 | \$ 3,246,106.69 | \$ 1,747,903.60 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 2,558,240.49 | \$ 3,325,712.64 | \$ 1,790,768.34 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,777,619.42 | \$ 3,610,905.25 | \$ 1,944,333.60 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,912,369.87 | \$ 3,786,080.82 | \$ 2,038,658.91 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 3,005,097.52 | \$ 3,906,626.78 | \$ 2,103,568.27 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 3,223,782.58 | \$ 4,190,917.35 | \$ 2,256,647.80 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 3,245,673.05 | \$ 4,219,374.96 | \$ 2,271,971.13 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 3,929,855.60 | \$ 5,108,812.29 | \$ 2,750,898.92 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 5,340,007.41 | \$ 6,942,009.63 | \$ 3,738,005.19 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 16,860,784.93 | \$ 21,919,020.41 | \$11,802,549.45 |
| 418,058.58 | | \$75,565,128.46 | \$ 73,259,728.71 | \$ 95,237,647.33 | \$51,281,810.10 |

La ecuación del modelo logarítmico queda de la siguiente forma:

$$C = 6,744V^{0.641}$$

MODELO LOGARITMICO

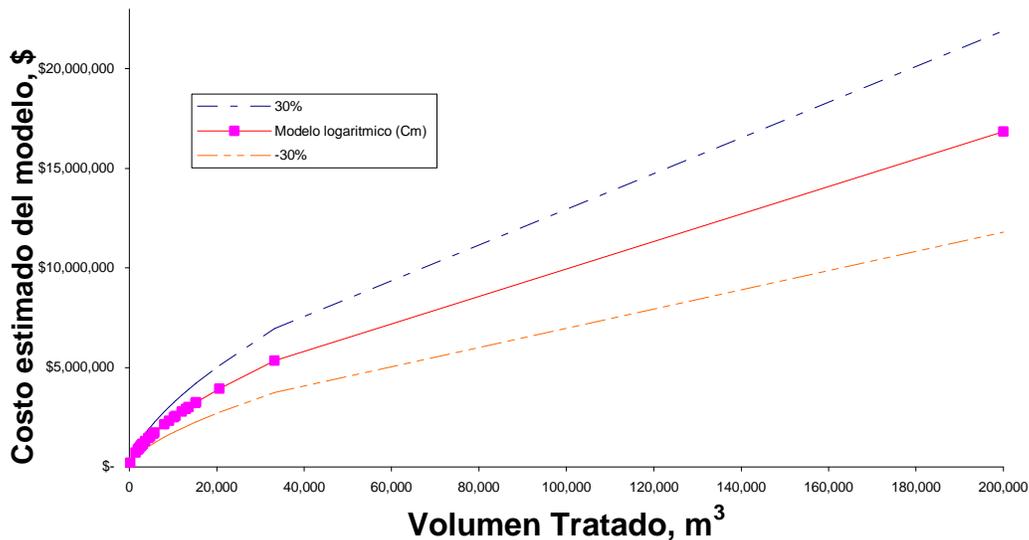


Tabla III Modelo

| Numero | VOLUMEN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo inversa (Cm) | 30% | -30% |
|--------|-----------------------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | \$ 104,354.55 | \$ 135,660.91 | \$ 73,048.18 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 668,429.69 | \$ 868,958.60 | \$ 467,900.78 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 845,941.27 | \$ 1,099,723.65 | \$ 592,158.89 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 915,735.17 | \$ 1,190,455.72 | \$ 641,014.62 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 953,831.08 | \$ 1,239,980.41 | \$ 667,681.76 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,056,962.37 | \$ 1,374,051.08 | \$ 739,873.66 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,071,071.42 | \$ 1,392,392.85 | \$ 749,750.00 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,147,607.46 | \$ 1,491,889.70 | \$ 803,325.22 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,173,119.99 | \$ 1,525,055.99 | \$ 821,184.00 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,173,119.99 | \$ 1,525,055.99 | \$ 821,184.00 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,211,961.11 | \$ 1,575,549.45 | \$ 848,372.78 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,218,718.85 | \$ 1,584,334.51 | \$ 853,103.20 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,387,107.37 | \$ 1,803,239.59 | \$ 970,975.16 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,582,733.81 | \$ 2,057,553.96 | \$ 1,107,913.67 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,677,998.77 | \$ 2,181,398.40 | \$ 1,174,599.14 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 1,826,241.04 | \$ 2,374,113.35 | \$ 1,278,368.73 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 1,833,333.33 | \$ 2,383,333.33 | \$ 1,283,333.33 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 1,884,019.94 | \$ 2,449,225.92 | \$ 1,318,813.96 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,285,714.29 | \$ 2,971,428.57 | \$ 1,600,000.00 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,446,726.62 | \$ 3,180,744.61 | \$ 1,712,708.64 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 2,584,299.06 | \$ 3,359,588.78 | \$ 1,809,009.34 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 2,631,455.47 | \$ 3,420,892.11 | \$ 1,842,018.83 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 2,790,697.67 | \$ 3,627,906.98 | \$ 1,953,488.37 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 2,881,398.46 | \$ 3,745,817.99 | \$ 2,016,978.92 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 2,940,863.33 | \$ 3,823,122.33 | \$ 2,058,604.33 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 3,072,187.06 | \$ 3,993,843.17 | \$ 2,150,530.94 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 3,084,677.42 | \$ 4,010,080.65 | \$ 2,159,274.19 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 3,422,974.77 | \$ 4,449,867.20 | \$ 2,396,082.34 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 3,889,372.63 | \$ 5,056,184.42 | \$ 2,722,560.84 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 4,773,269.69 | \$ 6,205,250.60 | \$ 3,341,288.78 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$60,362,164.74 | \$ 78,470,814.16 | \$ 42,253,515.32 |

La ecuación del modelo inversa queda de la siguiente forma:

$$C = \frac{V}{0.0019 + 0.0000002V}$$

MODELO INVERSA

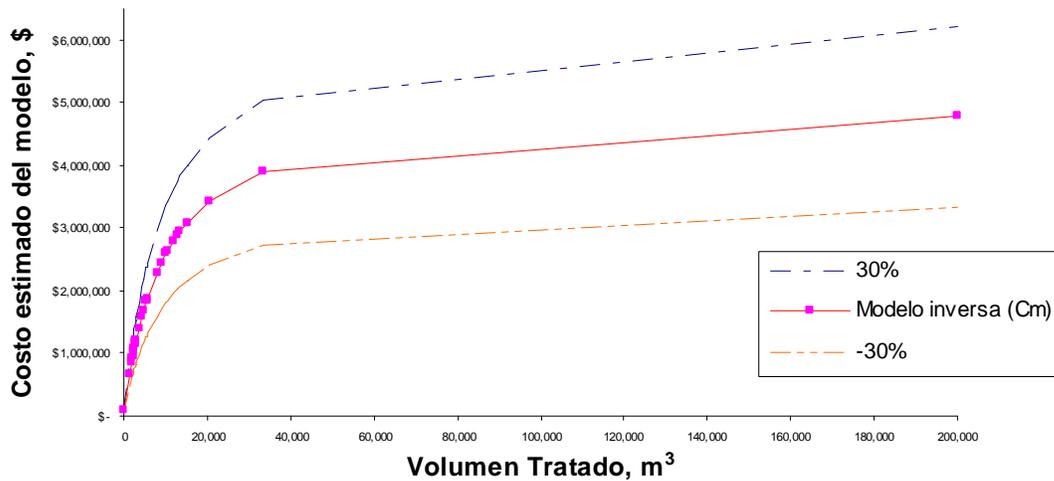


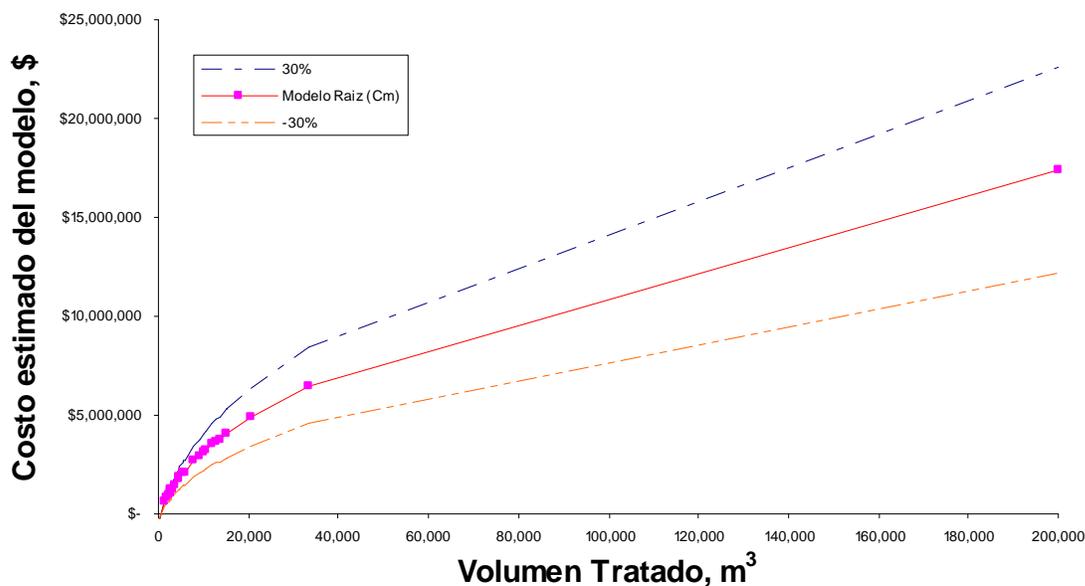
Tabla IV Modelo Raíz

| Numero | VOLUMEN TRATADO (m ³) | COSTO TOTAL (\$) | Modelo Raiz (Cm) | 30% | -30% |
|--------|-----------------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 202.50 | \$105,001.85 | -\$ 415,165.21 | -\$ 539,714.77 | -\$ 290,615.65 |
| 2 | 1,466.00 | \$656,676.61 | \$ 573,575.82 | \$ 745,648.56 | \$ 401,503.07 |
| 3 | 1,934.60 | \$969,413.28 | \$ 807,658.05 | \$ 1,049,955.46 | \$ 565,360.63 |
| 4 | 2,130.00 | \$2,590,314.42 | \$ 896,751.73 | \$ 1,165,777.25 | \$ 627,726.21 |
| 5 | 2,239.50 | \$369,749.49 | \$ 944,895.27 | \$ 1,228,363.86 | \$ 661,426.69 |
| 6 | 2,546.55 | \$1,289,639.67 | \$ 1,073,942.88 | \$ 1,396,125.75 | \$ 751,760.02 |
| 7 | 2,589.81 | \$745,422.56 | \$ 1,091,484.45 | \$ 1,418,929.78 | \$ 764,039.11 |
| 8 | 2,830.00 | \$1,001,586.62 | \$ 1,186,320.90 | \$ 1,542,217.16 | \$ 830,424.63 |
| 9 | 2,912.20 | \$1,223,806.64 | \$ 1,217,845.49 | \$ 1,583,199.13 | \$ 852,491.84 |
| 10 | 2,912.20 | \$1,883,757.78 | \$ 1,217,845.49 | \$ 1,583,199.13 | \$ 852,491.84 |
| 11 | 3,039.47 | \$2,590,314.42 | \$ 1,265,789.81 | \$ 1,645,526.75 | \$ 886,052.86 |
| 12 | 3,061.88 | \$2,008,509.95 | \$ 1,274,127.30 | \$ 1,656,365.48 | \$ 891,889.11 |
| 13 | 3,647.36 | \$2,590,314.42 | \$ 1,482,047.01 | \$ 1,926,661.12 | \$ 1,037,432.91 |
| 14 | 4,400.00 | \$1,077,821.21 | \$ 1,726,132.91 | \$ 2,243,972.79 | \$ 1,208,293.04 |
| 15 | 4,798.61 | \$792,267.73 | \$ 1,846,940.66 | \$ 2,401,022.86 | \$ 1,292,858.46 |
| 16 | 5,466.48 | \$1,674,289.79 | \$ 2,038,607.25 | \$ 2,650,189.42 | \$ 1,427,025.07 |
| 17 | 5,500.00 | \$1,584,489.52 | \$ 2,047,909.25 | \$ 2,662,282.03 | \$ 1,433,536.48 |
| 18 | 5,744.00 | \$3,112,231.78 | \$ 2,114,783.77 | \$ 2,749,218.90 | \$ 1,480,348.64 |
| 19 | 8,000.00 | \$1,734,114.80 | \$ 2,675,916.87 | \$ 3,478,691.93 | \$ 1,873,141.81 |
| 20 | 9,103.57 | \$2,376,270.31 | \$ 2,921,268.28 | \$ 3,797,648.76 | \$ 2,044,887.79 |
| 21 | 10,163.03 | \$1,471,824.33 | \$ 3,143,165.59 | \$ 4,086,115.27 | \$ 2,200,215.92 |
| 22 | 10,554.51 | \$1,728,516.62 | \$ 3,222,208.99 | \$ 4,188,871.68 | \$ 2,255,546.29 |
| 23 | 12,000.00 | \$2,999,816.73 | \$ 3,502,060.33 | \$ 4,552,678.43 | \$ 2,451,442.23 |
| 24 | 12,920.45 | \$1,714,105.70 | \$ 3,671,533.93 | \$ 4,772,994.11 | \$ 2,570,073.75 |
| 25 | 13,567.92 | \$3,165,751.87 | \$ 3,787,153.19 | \$ 4,923,299.14 | \$ 2,651,007.23 |
| 26 | 15,139.32 | \$3,579,736.47 | \$ 4,056,777.82 | \$ 5,273,811.16 | \$ 2,839,744.47 |
| 27 | 15,300.00 | \$3,637,477.09 | \$ 4,083,541.85 | \$ 5,308,604.41 | \$ 2,858,479.30 |
| 28 | 20,620.00 | \$3,839,937.73 | \$ 4,901,535.42 | \$ 6,371,996.05 | \$ 3,431,074.80 |
| 29 | 33,268.62 | \$3,980,012.51 | \$ 6,496,146.77 | \$ 8,444,990.80 | \$ 4,547,302.74 |
| 30 | 200,000.00 | \$19,071,956.56 | \$ 17,379,584.35 | \$ 22,593,459.65 | \$ 12,165,709.04 |
| | 418,058.58 | \$75,565,128.46 | \$ 84,270,993.47 | \$ 109,552,291.51 | \$ 58,989,695.43 |

La ecuación del modelo raíz queda de la siguiente forma:

$$C = -1x10^6 + 41,098\sqrt{V}$$

MODELO RAÍZ



DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA EN EL TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA.

Castrejón Lugardo Roxana Artemisa, Ing. Pablo Cabrera Pineda*.

Ing. Pablo Cabrera Pineda, 0445540799566, pablocabrera1773@yahoo.com.mx.

Palabras clave: Costo, Modelo, Estimación, Hidrocarburo de fracción media.

Introducción. Debido a las dimensiones que ha tomado la contaminación de suelo y a la necesidad de dar atención a la problemática ya existente, así como dar una inmediata respuesta a los eventos que se suscitan constantemente en la industria se deben crear o aportar herramientas que permitan una rápida selección adecuada de la metodología de saneamiento, de tal forma que se elija la tecnología que presenta las mayores ventajas, tomando siempre en cuenta la mayor cantidad de variables que afectan este tratamiento con el menor costo. La biorremediación y Oxidación química, son las metodologías más comúnmente utilizadas, en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos, razón por la que se seleccionaron estas tecnologías para llevar a cabo este trabajo.

El presente trabajo Pretende generar un modelo estadístico que permita la estimación de costos preliminares en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos de fracción media.

Metodología. Como primer paso, para obtener de la información, se revisó la página de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (www.semarnat.gob.mx), donde se encuentra la relación de las entidades que están autorizadas para realizar remediación de suelos. Posteriormente, se acudió a la página de la Secretaría de la Función Pública en su derivación denominada Compranet @ www.compranet.com.mx. En la página citada se encuentran registradas y clasificadas por empresa, las licitaciones de los proyectos de obra pública, que han sido concursados y ejecutados. Se realizó la revisión exhaustiva y detallada de la información presentada en el dicho sitio, seleccionando únicamente aquellos proyectos que proporcionaran bases de concurso, descripción y los montos correspondientes al tipo de licitación de interés para este estudio. Una vez recopilada la información, se seleccionaron aquellas que compete al tipo de contaminante estudiado (hidrocarburos de fracción media: Diesel, combustóleo y querosenos). La información fue revisada detalladamente a fin de identificar la información de los parámetros relacionados con el modelo de costos a definir. Los parámetros establecidos con la información obtenida fueron integrados en los distintos campos de una base de datos. Posteriormente se realizó un análisis de la información con objeto de generar modelos matemáticos, mismos que fueron validados, verificando si las estimaciones de costo resultaban aceptables. En caso afirmativo el modelo fue aceptado, sin embargo cuando los modelos presentaron estimaciones no aceptables, se procedió a redefinirlo y realizar su replanteamiento o desecharlo. Cabe destacar que los modelos que se aceptaron requerirán ser actualizados periódicamente de tal modo que se incremente la confiabilidad de éstos. Mientras mas robusta sea la base de datos, los estimados de costo resultarán más confiables.

Resultados y discusión. Al no obtener información suficiente para el análisis estadístico del tratamiento de oxidación química se omite esta parte del trabajo. La información obtenida no permite realizar

un análisis multiparamétrico, sin embargo si un análisis gráfico con ajuste de curvas, el cual nos permitió generar cuatro propuestas de modelos de estimación de los costos. Una de las propuestas es la siguiente: Modelo Logarítmico: $C = 6,744V^{0.641}$

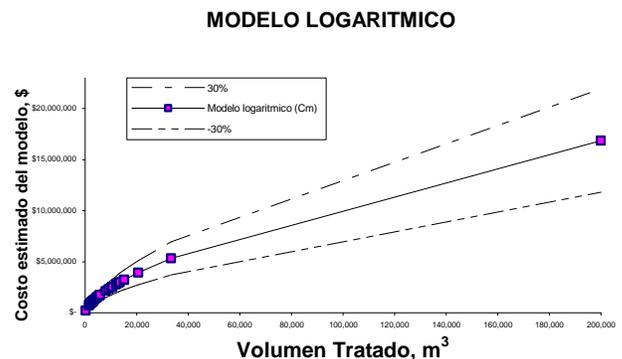


Figura 1. Gráfico del modelo logarítmico propuesto.

Conclusiones y perspectivas. En este trabajo se logró relacionar exitosamente el volumen del material a tratar con el costo unitario de tratamiento, lo anterior debido a que la mayor parte de los documentos revisados cuentan con valores para ambos parámetros. El análisis de esta información arrojó la propuesta de cuatro modelos de estimación de costos preliminares aceptables. Durante el desarrollo de la investigación se detectó un volumen importante de información para realizar un modelo para contaminación de suelos con hidrocarburos de fracción ligera.

Agradecimientos. Agradezco al Ing. Pablo Cabrera Pineda y a la Dra. Marina Olivia Franco Hernández por su apoyo. A la empresa Proyectos Ambientales Casca SA de CV, quien me proporcionó sus instalaciones y equipo para la elaboración del proyecto.

Referencias.

1. Baca G., Evaluación de proyectos, Mc Graw Hill, Mexico 1987, p.p. 20-39
2. Holman J. "Métodos experimentales para ingenieros". Cuarta ed. Mac Graw Hill. México, 1985. p.p. 99 y 100
3. NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación".
4. Secretaría de la Función Pública Compranet @. gov. www.compranet.com.mx
5. Volke T. y Velasco J. "Tecnologías de remediación para suelos contaminados". INE-Semarnat 2002. p.p. 19, 55.

BASE DE DATOS PARA EL PROYECTO :
DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA
LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA

TRATAMIENTO DE SUELOS CON HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA COMO CONTAMINANTE.

| NO. | LICITACIÓN | DESCRIPCIÓN | TIPO DE TRATAMIENTO | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | Estado de la Republica | Contaminante | COSTO TOTAL (\$) | COSTO UNITARIO (\$/m ³) | ZONA DESIGNADA |
|-----|-----------------|---|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|----------------|
| 1 | 18576020-044-05 | RESTAURACION DEL SITIO ALEDAÑO AL KM 30+400 DEL COMBUSTOLEO DUCTO 16+12"Ø CADEREYTA-C.F.E. MEDIANTE BIOREMEDIACION EXSITU | BIOREMEDIACION EX-SITU | 2,130.00 | Nuevo Leon | COMBUSTOLEO | \$2,590,314.42 | \$1,216.11 | NORTE |
| 2 | 18576102-013-06 | RESTAURACION DE SITIO CONTAMINADO POR HIDROCARBURO (PEMEX DIESEL Y GASOLINA) POR TOMA ILÍCITA DESCONTROLADA EN EL KM. 81+250 DEL POLIDUCTO 10" Ø TOPOLOBAMPO-CULIACAN, EN EL SECTOR DUCTOS TOPOLOBAMPO, SINALOA | BIOPILAS ON-SITE | 13,567.92 | Sinaloa | DIESEL Y GASOLINA | \$3,165,751.87 | \$233.33 | NORTE |
| 3 | 18576102-002-07 | REMEDIACION DE SITIO CONTAMINADO POR HIDROCARBURO (PEMEX DIESEL) EN EL KM. 0+000 DEL DUCTO PLAYERO 24" Ø EN ROSARITO, BAJA CALIFORNIA | BIOPILAS ON-SITE | 2,589.81 | Baja California | DIESEL | \$745,422.56 | \$287.83 | NORTE |
| 4 | 09195011-002-04 | RESTAURACIÓN DE SUELO Y EXTRACCIÓN DE PRODUCTO LIBRE EN LAS INSTALACIONES DE FERROCARRILES NACIONALES DEMÉXICO EN LIQUIDACIÓN EN LA JUNTA CHIHUAHUA | BIOREMEDIACIÓN EX-SITU | 10,554.51 | Chihuahua | DIESEL | \$1,728,516.62 | \$163.77 | NORTE |
| 5 | 09195011-004-07 | RESTAURACIÓN DE SUELO Y EXTRACCIÓN DE PRODUCTO LIBRE EN LAS INSTALACIONES DE FERROCARRILES NACIONALES DEMÉXICO EN LIQUIDACIÓN INSTALACIONES DE FERROCARRILES EN LA JUNTA, CHIH. (4697.24 ppm) | BIOPILAS ON-SITE | 5,744.00 | Chihuahua | DIESEL | \$3,112,231.78 | \$541.82 | NORTE |
| 6 | 18576004-005-07 | RESTAURACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL AREA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LOCALIZADOS EN LA ESQUINA SUR-ORIENTE DEL CARCAMO No.2, ESQUINA SUR ORIENTE DE LA LAGUNA DE IGUALACION No.1, LADO SUR ORIENTE DE LA LAGUNA DE IGUALACION No.3, ESQUINA NOR-ORIENTE DEL CARCAMO No.6 AL SUR DEL CARCAMO No.4 Y AL ORIENTE DEL CARCAMO No.4 DE LA REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA EN CADEREYTA JIMENEZ, N.L., UTILIZANDO LA TECNOLOGIA EN LECHOS Y/O COMPOSTEO POR EL PROCESO DE LA BIOREMEADIACION EN SITIO "ON SITE" CON BASE A LA NOM-138-SEMARNAT/SS/2003 | BIRREMEDIACIÓN ON-SITE | 3,039.47 | Nuevo Leon | DIESEL | \$2,590,314.42 | \$852.23 | NORTE |
| 7 | 18576019-011-07 | REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO (GASOLINA PEMEX MAGNA Y DIESEL) A CAUSA DE TOMA CLANDESTINA DESCONTROLADA KM. 165+509 DEL POLIDUCTO DE 14"-14" D.N. POZA RICA-CIMA DE TOGO-REFINERÍA TULA, LOCALIZADA EN EL POBLADO DE PACHUQUILLA, MUNICIPIO DE MINERAL DE LA REFORMA, ESTADO DE HIDALGO | BIRREMEDIACIÓN ON-SITE | 2,912.20 | Hidalgo | DIESEL | \$1,223,806.64 | \$420.23 | CENTRO |
| 8 | 18575062-117-06 | TRATAMIENTO Y RESTAURACION DE AREAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBUROS EN EL CAMPO LA VENTA Y C.P.G.L.V Y/ U OTROS CAMPOS DEL ACTIVO INTEGRAL CINCO PRESIDENTES | BIRREMEDIACIÓN IN-SITU | 200,000.00 | Tabasco | DIESEL | \$19,071,956.56 | \$95.36 | SUR |

BASE DE DATOS PARA EL PROYECTO :
DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA
LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA

TRATAMIENTO DE SUELOS CON HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA COMO CONTAMINANTE.

| NO. | LICITACIÓN | DESCRIPCIÓN | TIPO DE TRATAMIENTO | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | Estado de la Republica | Contaminante | COSTO TOTAL (\$) | COSTO UNITARIO (\$/m ³) | ZONA DESIGNADA |
|-----|-----------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------|------------------|-------------------------------------|----------------|
| 9 | 18576020-006-07 | RESTAURACIÓN DEL SITIO ALEDAÑO A LOS KM. 163+400, DEL POLIDUCTO 12"-10" Ø MADERO - CADEREYTA, TRAMO ZARAGOZA-VICTORIA, MUNICIPIO DE LLERA DE CANALES, TAMAULIPAS | BIORREMEDIACIÓN CELDAS ON-SITE | 4,400.00 | Tamaulipas | DIESEL | \$1,077,821.21 | \$244.96 | NORTE |
| 10 | 18576019-019-07 | REMEDIAIÓN DEL ÁREA CONTAMINADA CON HIDROCARBURO (PEMEX-DIESEL), A CONSECUENCIA DE UNA TOMA CLANDESTINA DESCONTROLADA EN EL KM 216+165 DEL POLIDUCTO DE 16" D.N. SALAMANCA-GUADALAJARA, EN LA COMUNIDAD DE TOLOLOTLAN, MUNICIPIO DE TONALA, ESTADO JALISCO | BIORREMEDIACIÓN CELDAS ON-SITE | 2,239.50 | Jalisco | DIESEL | \$369,749.49 | \$165.10 | NORTE |
| 11 | 18576019-019-07 | REMEDIAIÓN DEL ÁREA CONTAMINADA CON HIDROCARBURO (PEMEX-DIESEL), A CONSECUENCIA DE UNA TOMA CLANDESTINA DESCONTROLADA EN EL KM 216+165 DEL POLIDUCTO DE 16" D.N. SALAMANCA-GUADALAJARA, EN LA COMUNIDAD DE TOLOLOTLAN, MUNICIPIO DE TONALA, ESTADO JALISCO | OXIDACIÓN QUÍMICA ON-SITE (OQOS) | 4,798.61 | Jalisco | DIESEL | \$792,267.73 | \$165.10 | NORTE |
| 12 | 18576020-019-06 | RESTAURACIÓN DEL ÁREA ALEDAÑA A LOS KMS. 218+666 POLIDUCTO 14"Ø SATELITE-GOMEZ PALACIO Y 229+225 POLIDUCTO 10"Ø SATELITE-GOMEZ PALACIO, AFECTADA POR HIDROCARBURO EN EL MUNICIPIO DE PARRAS DE LA FUENTE Y SAN PEDRO DE LAS COLONIAS, COAHUILA, CORRESPONDIENTES AL SECTOR DUCTOS TORREÓN | BIORREMEDIACIÓN CELDAS ON-SITE | 3,061.88 | Coahuila | DIESEL | \$2,008,509.95 | \$655.97 | NORTE |
| 13 | 18576020-018-06 | RESTAURACIÓN DEL SITIO ALEDAÑO AL KM. 116+600 DEL POLIDUCTO 12-10" Ø MADERO - CADEREYTA, TRAMO GONZALEZ - VICTORIA, MUNICIPIO DE GONZALEZ, TAMAULIPAS, CORRESPONDIENTES AL SECTOR DUCTOS VICTORIA | BIORREMEDIACIÓN EX-SITU | 2,830.00 | Tamaulipas | DIESEL | \$1,001,586.62 | \$353.92 | NORTE |
| 14 | 18576020-033-06 | RESTAURACIÓN DEL SITIO ALEDAÑO AL KM. 146+970 DEL POLIDUCTO 10" Ø SATELITE-GÓMEZ PALACIO MEDIANTE BIORREMEDIACIÓN ONSITE, EN EL MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA, COAHUILA | BIORREMEDIACIÓN ON-SITE | 15,300.00 | Coahuila | DIESEL | \$3,637,477.09 | \$237.74 | NORTE |
| 15 | 18576102-010-06 | RESTAURACION DE SITIO CONTAMINADO POR HIDROCARBURO (PEMEX DIESEL) EN EL KM. 61+000 DEL POLIDUCTO 12" Ø GUAYMAS- OBREGON, DEL SECTOR DUCTOS GUAYMAS, SONORA | BIORREMEDIACIÓN ONSITE | 15,139.32 | Sonora | DIESEL | \$3,579,736.47 | \$236.45 | NORTE |
| 16 | 18576019-031-05 | CONTINUACIÓN DE LA REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO DIESEL A CONSECUENCIA DE UNA TOMA CLANDESTINA DESCONTROLADA EN EL KILÓMETRO 62+700 DEL POLIDUCTO DE 12" D.N. VISTA ALEGRE - ZACATECAS, MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, ESTADO DE AGUASCALIENTES | BIOPILAS ON-SITE | 2,912.20 | Aguascalientes | DIESEL | \$1,883,757.78 | \$646.85 | CENTRO |

BASE DE DATOS PARA EL PROYECTO :
DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA
LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA

TRATAMIENTO DE SUELOS CON HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA COMO CONTAMINANTE.

| NO. | LICITACIÓN | DESCRIPCIÓN | TIPO DE TRATAMIENTO | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | Estado de la Republica | Contaminante | COSTO TOTAL (\$) | COSTO UNITARIO (\$/m ³) | ZONA DESIGNADA |
|-----|-----------------|--|---|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------|
| 17 | 18576020-002-07 | RESTAURACION DEL SITIO ALEDAÑO AL KM. 178+800 DEL POLIDUCTO 12"-10" Ø MADERO-CADEREYTA, TRAMO ZARAGOZA-VICTORIA, MUNICIPIO DE LLERA DE CANALES, TAMAULIPAS, CORRESPONDIENTE AL SECTOR DUCTOS VICTORIA | BIORESTAUACIÓN ON-SITE | 20,620.00 | Tamaulipas | DIESEL y GASOLINAS | \$3,839,937.73 | \$186.22 | NORTE |
| 18 | 18576020-004-07 | SEGUNDA ETAPA PARA LA RESTAURACION DEL SITIO ALEDAÑO AL KM. 178+800 DEL POLIDUCTO 12"-10" Ø MADERO-CADEREYTA, TRAMO ZARAGOZA-VICTORIA, MUNICIPIO DE LLERA DE CANALES, TAMAULIPAS, CORRESPONDIENTE AL SECTOR DUCTOS VICTORIA | BIORESTAUACIÓN ON-SITE | 8,000.00 | Tamaulipas | DIESEL y GASOLINAS | \$1,734,114.80 | \$216.76 | NORTE |
| 19 | 18576004-005-07 | RESTAURACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ÁREA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LOCALIZADOS EN LA ESQUINA SUR-ORIENTE DE LA LAGUNA DE IGUALACIÓN NO 4 Y EL ORIENTE DEL CARCAMO NO 4 Y AL ORIENTE ING. HECTOR R. LARA SOSA EN CADEREYTA JIMENEZ, N. L. UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA EN EL LECHO Y COMPOSTEO POR EL PROCESO DE LA BIORREMEDIACIÓN EN SITIO "ON SITE" CON BASE A LA NOM-138 SEMARNAT/SS/2003 | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 3,647.36 | Nuevo Leon | DIESEL y GASOLINAS | \$2,590,314.42 | \$710.19 | NORTE |
| 20 | 18576020-036-06 | RESTAURACIÓN DEL SITIO ALEDAÑO AL KM. 47+152 DEL POLIDUCTO DE 18"Ø CADEREYTA-SATÉLITE, MEDIANTE BIORREMEDIACIÓN ONSITU, EN EL MUNICIPIO DE APODACA, NUEVO LEÓN. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 12,000.00 | Nuevo Leon | DIESEL | \$2,999,816.73 | \$249.98 | NORTE |
| 21 | 18576102-014-06 | RESTAURACION DE SITIO CONTAMINADO POR HIDROCARBURO (PEMEX DIESEL Y PEMEX MAGNA) EN EL KM. 143+116 DEL POLIDUCTO 10" Ø TOPOLOBAMPO-CULIACAN, EN EL SECTOR DUCTOS TOPOLOBAMPO, SINALOA. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 1,466.00 | Sinaloa | DIESEL Y GASOLINA | \$656,676.61 | \$447.94 | NORTE |
| 22 | 18576019-019-06 | REMEDIACIÓN DEL SITIO CONTAMINADO POR DERRAME DE HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN EL Km 25+020 DEL POLIDUCTO DE 8"Ø TULA-PACHUCA EN EL MUNICIPIO DE AJACUBA, EN EL ESTADO DE HDALGO. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 5,466.48 | Hidalgo | HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA | \$1,674,289.79 | \$306.28 | CENTRO |
| 23 | 18576019-016-04 | REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HICROCARBUROS LÍQUIDOS (DIESEL) DEBIDO A UNA TOMA CLANDESTINA DESCONTROLADA EN EL Km 080+000 DEL POLIDUCTO DE 10"Ø DIÁMETRO NOMINAL SALAMANCA-LEÓN, GTO. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE Y BIRREMEDIACIÓN IN-SITU | 9,103.57 | Guanajuato | DIESEL | \$2,376,270.31 | \$261.03 | CENTRO |
| 24 | 18576020-024-04 | REMEDIACIÓN DEL SITIO ALEDAÑO AL Km 157+175 DEL OLEODUCTO DE 24"Ø MADERO-CADEREYTA, LINEA 1. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 5,500.00 | Nuevo Leon | DIESEL Y GASOLINAS | \$1,584,489.52 | \$288.09 | NORTE |
| 25 | 18575062-097-04 | TRATAMIENTO Y RESTAURACION DE 7 ÁREAS CONTAMINADAS POR FUGA DE HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE TRBASCO, ACTIVO INTEGRAL CINCO PRESIDENTES | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 33,268.62 | Veracruz | HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA | \$3,980,012.51 | \$119.63 | SUR |
| 26 | 18575062-101-04 | TRATAMIENTO Y RESTAURACION DE 6 ÁREAS CONTAMINADAS POR FUGA DE HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE VERACRUZ, ACTIVO INTEGRAL CINCO PRESIDENTES | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 12,920.45 | Tabasco | HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA | \$1,714,105.70 | \$132.67 | SUR |

BASE DE DATOS PARA EL PROYECTO :
DISEÑO DE UN MODELO MULTIPARAMÉTRICO PARA
LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE BIORREMEDIACIÓN Y OXIDACIÓN QUÍMICA

TRATAMIENTO DE SUELOS CON HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA COMO CONTAMINANTE.

| NO. | LICITACIÓN | DESCRIPCIÓN | TIPO DE TRATAMIENTO | VOLUMÉN TRATADO (m ³) | Estado de la Republica | Contaminante | COSTO TOTAL (\$) | COSTO UNITARIO (\$/m ³) | ZONA DESIGNADA |
|-----|------------------|---|------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------|
| 27 | 18575062-120-06 | TRATAMIENTO Y RESTAURACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN LAS PRESAS DE RETENCIÓN DEL POZO CACTUS No. 361, DEL ACTIVO INTEGRAL MUSPAC Y/U OTROS ACTIVOS INTEGRALES DE LA REGIÓN SUR. | BIOREMEDIACIÓN ON-SITE | 1,934.60 | Tabasco | HIDROCARBUROS DE FRACCIÓN MEDIA | \$969,413.28 | \$501.09 | SUR |
| 28 | 18576021-004-07 | RESTAURACIÓN DE SUELOS IMPACTADO POR FUGA DE HIDROCARBUROS OCASIONADO POR TOMA CLANDESTINA, Km 83+000 DEL POLIDUCTO 12" Ø MINATITLAN-VILLAHERMOSA, MUNICIPIO DE HUIMANGUILLO, TABASCO. | BIOREMEDIACIÓN IN-SITU | 10,163.03 | Tobasco | DIESEL Y GASOLINAS | \$1,471,824.33 | \$144.82 | SUR |
| 29 | 09195011-006-07 | REMEDIACIÓN DE SUELO Y SUBSUELO EN LAS INSTALACIONES DE TOLUCA (FERROCARRILES DE MÉXICO), EDO. DE MEX. | BIOREMEDIACIÓN IN-SITU | 2,546.55 | Estado de México | DIESEL | \$1,289,639.67 | \$506.43 | CENTRO |
| 30 | 18576019-0001-05 | REMEDIACIÓN EN EL SITIO POR GAAN CONSULTORES, SA DE CV. | BIOREMEDIACIÓN IN-SITU | 202.50 | Queretaro | Diesel | \$105,001.85 | \$518.53 | CENTRO |