

# CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

## REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

Fondo:	M0034- FOMIX VERACRUZ
Solicitud:	000000000096313- ELECTROREMEDIACIÓN DE SUELO CO
Etapa:	001
Título:	ELECTROREMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN COATZACOALCOS, VERACRUZ.
Usuario:	X_ebustos37734
Nombre:	Erika Bustos Bustos
formato:	MX_GPOITECF- INFORME TECNICO FINAL
Fecha:	07 de marzo de 2013
Estado del Documento:	Finalizado

Sección:	MX_SEC47
----------	----------

Pregunta:	<b>Resumen del proyecto: (Por favor considerar uso de lenguaje claro, conciso y preciso entendible a usuarios y miembros de la comisión de evaluación)</b>
-----------	--

El proyecto se realizó en el Municipio de Nuevo Teapa, el cual se localiza en los 18°04 latitud Norte y los 94°20 longitud Oeste, de acuerdo a las hojas topográficas de INEGI E 15 85 (Coatzacoalcos) y E 15 A 86-76 (Agua Dulce). Además, se definió que dentro del marco fisiográfico, se encuentra localizado dicho sitio en lo que se denomina Llanura Costera del Golfo Sur. En la primer etapa del proyecto una vez reconocido el sitio (Ubicación: Suroeste, 15Q0359514, altura: 28 m, UTM: 1998831), se tomaron muestras de suelo contaminado con hidrocarburo dentro de la zona de re-bombeo de PEMEX en Nuevo Teapa, Veracruz. Mientras que el suelo limpio se tomó del poblado de Nuevo Teapa, a 20Km aproximadamente de la zona de re-bombeo. Este muestreo se realizó de acuerdo a la NMX2-12/1-1987, así como al capítulo 9, de la serie SW82-EPA, en conjunto con los colaboradores de la Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, considerando muestras en todo el perfil del suelo, por lo que se tomaron 18 muestras en cada sitio a cada 20 cm de profundidad. Cada una de las muestras obtenidas se caracterizaron con parámetros físico-químicos de acuerdo a las normas correspondientes, como pH, pH con KCl, materia orgánica, textura y capacidad de intercambio catiónico, con el fin de obtener la dispersión de los parámetros debido a la presencia del hidrocarburo en el sitio en estudio, el cual al ser un suelo inundable afectó la dispersión del contaminante y la alteración de los valores obtenidos. A su vez, con una muestra compuesta, se trabajó el método de sedimentación para definir el porcentaje y tipo de suelo con base a la relación de arcilla, arena y grava. Además, se efectuó la determinación de grasas por extracción de Soxhlet, con el fin de definir la cantidad de hidrocarburo (HC) presente (18 0039 mg HC Kg-1 de suelo base seca) en el suelo contaminado. Asimismo, se realizó la caracterización del extracto anterior con cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas para definir los compuestos orgánicos presentes (compuestos aromáticos y alifáticos), y a su vez, se determinaron los compuestos cromóforos por espectroscopia de UV-Vis obteniendo señales entre 200 y 400 nm características de las transiciones electrónicas por los dobles enlaces y pares de electrones no compartidos de los hidrocarburos. Una vez caracterizado el suelo por perfil y en muestra compuesta, se decidió separar granulométricamente el suelo limpio y contaminado (< 0.002 a 20 mm) empleando tamices de diferentes mallas, con el fin de verificar el efecto del hidrocarburo (HC) presente en el suelo contaminado, haciendo uso de la conductividad, difracción de rayos X (DRX), microscopia de barrido electrónico (SEM), espectroscopia de energía dispersiva para análisis multielemental (EDS), espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE), espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman, espectroscopia de plasma inductivo (ICP), fluorescencia y porosidad por volumen ocupado con gases inertes. Con estos resultados, se observó que el HC influye significativamente en la textura de suelo, incrementando la respuesta de las técnicas conforme se disminuye el tamaño de partícula del suelo, lo que nos va a ayudar a definir el mecanismo de electro-remediación o remediación electrocinética (REC) de suelo contaminado por hidrocarburo el cual consideramos que está principalmente adsorbido sobre la superficie del material sólido. Por otra parte, la técnica de lavado de suelo ha sido comúnmente empleada para la remoción de compuestos orgánicos, en donde la adición de surfactantes mejora la desorción y la solubilidad de éstos a través de la matriz. De esta manera, los surfactantes son capaces de mejorar la transferencia de masa de compuestos orgánicos hidrofóbicos de una fase sólida a una acuosa formando micelas y disminuyendo la tensión superficial. Asimismo, la bioremediación ha sido preferentemente utilizada para la degradación de compuestos orgánicos con el fin de resolver la problemática de disposición de residuos orgánicos y la producción de enzimas, hongos, etc. Investigaciones recientes reportan resultados satisfactorios con el empleo de tecnologías de cultivo sólido la cual utiliza la estrategia de composteo en la que se aplican residuos agroindustriales como aserrín, paja de avena, bagazo de caña, naranja; los que sirven como texturizantes o enmiendas y pueden mejorar la porosidad del medio y por tanto la aerobiosis, así como fuente de carbono y de microorganismos lignolíticos. Es así como en la segunda etapa del proyecto se realizó una comparación de los tres tratamientos antes mencionados: electrorremediación, lavado con surfactante y biorremediación con cultivo sólido, en cuanto a tiempo y remoción de HC en un suelo contaminado procedente de Nuevo Teapa, Ver., el cual es tipo Gleysol, en donde el tratamiento electro-cinético y el uso de un electrolito como fue el NaOH con una concentración 0.1 M fue capaz de remover significativamente los hidrocarburos presentes en el suelo en estudio teniendo un porcentaje de remoción del 81.9 % inclusive en un lapso de tiempo menor de 3 horas y media, que los otros dos tratamientos como el lavado con surfactante Tritón X-114 mostrando un 11.9 % de remoción en 6 horas y el biológico con 44.4 % en un período de 15 días. De esta manera, se demuestra que la REC es más efectiva en estas

Respuesta:

condiciones de trabajo que los otros dos tratamientos ampliamente usados en la práctica. Además, con el fin de verificar si favorecía o no un catalizador para la mayor electro-remoción del HC en el suelo, se adicionó  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12 mM en  $\text{HClO}_4$  0.1 M, optimizando, densidad de corriente aplicada, tiempo de electrólisis y tipo de electrodo, se obtuvo un 84.14 % de remoción a las tres horas de reacción, por lo que se considera que no es conveniente adicionar un catalizador de manera directa al suelo para remediarlo. Por lo antes mencionado, la REC ha mostrado ser de interés debido a la aplicación de un campo eléctrico, lo que mejora la remoción de contaminantes orgánicos mediante el flujo electro-osmótico a través de los poros. Por lo tanto, estudios relacionados para eficientar el proceso de electro-remediación en suelos contaminados con compuestos orgánicos como el fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) y pentaclorofenol ( $\text{Cl}_5\text{C}_6\text{OH}$ ) han utilizado soluciones 0.1M NaCl y 0.1M NaOH como electrolitos de trabajo, las cuales generaron remociones del 85 % en cuatro días de tratamiento con una fuerte influencia del flujo electro-osmótico, así como del pH del suelo, siendo estos dos parámetros los más importantes para remover este tipo de contaminantes. Por otra parte, durante un derrame de hidrocarburos, el suelo se convierte en una zona donde coexisten diferentes fluidos: agua, hidrocarburo líquido, hidrocarburo en fase gaseosa y aire. La distribución de estos fluidos dentro de los espacios intersticiales depende de factores tanto de los fluidos como las propiedades del suelo. Dentro de estas propiedades de los fluidos, se encuentran: tensión superficial, densidad relativa, constante de solubilidad octanol carbono (Koc) y octanol - agua (Kow) entre otras. Así como las propiedades del suelo, como: tamaño y distribución de las partículas en la matriz sólida, porosidad, textura, contenido de materia orgánica, entre otras. Además, se ha establecido que en el medio natural la distribución de una sustancia (contaminante o no) se rige por el ciclo de las sustancias ambientales, el cual describe el paso de esta por los diferentes compartimentos que el sistema tenga presentes e interactuando con mecanismos de migración, evaporación, adsorción y desorción, fotooxidación, biodegradación, inmovilización, solubilización, entre otros. De esta manera, el estudio de la interacción contaminante - suelo se ha desarrollado para predecir el comportamiento de sustancias a través de los diferentes compartimentos ambientales, siendo el suelo uno de los más complejos debido a que presenta mayor número de interfaces, sobre todo antes y después de que sea tratado mediante un proceso de remediación. Con base en lo antes expuesto, el propósito de la tercera etapa del proyecto fue analizar el efecto que tiene la variación de dos materiales catódicos, así como su acomodo dentro de un sistema rectangular para tratar una muestra de suelo tipo Gleysol contaminado con hidrocarburos procedente de Veracruz, México por remediación electro-cinética. La configuración del reactor electrocinético que presentó la mejor eficiencia de remoción de HC fue la que tenía los electrodos inmersos en el suelo, es decir, sin el uso de membranas, ya que mostró mejores resultados que el sistema 1 (electrodos separados del suelo); además, se observó que dicho sistema presentó menor resistencia y menor consumo de energía eléctrica. Además, el empleo de titanio se eligió en este trabajo como material catódico por ser un material que no permite la sorción de HC en su superficie. Asimismo, se analizó la interacción fenantreno y montmorillonita antes y después del proceso de electroremediación en condiciones básicas para predecir los cambios producidos por el proceso electrocinético en la interacción contaminante y matriz sólida, como modelo de estudio. A partir de los datos obtenidos de las cinéticas de sorción se dedujo el orden de la reacción (orden 1) para la interacción montmorillonita fenantreno, además de obtenerse los valores de Kd por la construcción de las isotermas que mostraron un ajuste lineal de Freundlich. Estos resultados, así como la determinación semicuantitativa de los intermediarios de reacción por CG-EM de las soluciones obtenidas en el compartimento catódico y anódico, nos indicaron que se tenía la descomposición de la mayoría de los hidrocarburos de fracción intermedia y otros de fracción pesada, como consecuencia de la generación de radicales hidroxilo sobre los ánodos, lo cual se comprobó por espectroscopía de UV-Vis en condiciones ácidas y por espectroscopía de fluorescencia en condiciones básicas. Por otro lado, se encontró que la presencia de fenantreno provoca la adhesión de las partículas de montmorillonita hasta antes del punto de saturación de la misma (80 ppm), pues después de este punto, dichas partículas tienden a disgregarse, lo cual podría afectar durante el proceso de electro-remediación. Así que al realizar el proceso de electro-remediación de 30 g de montmorillonita contaminada con 105 mg Kg<sup>-1</sup> de fenantreno en NaOH 0.1M empleando como ánodo y cátodo  $\text{IrO}_2$   $\text{Ta}_2\text{O}_5$  Ti y Ti respectivamente en ausencia de un flujo hidráulico, se logró obtener una remoción del 30.48 % de fenantreno en solución con base a los resultados de TOC, lo cual solo afectó de manera importante el desplazamiento de iones hacia el compartimento catódico al incrementar la conductividad. Por lo anterior, hay algunos aspectos prácticos de la electro-remediación que necesitan ser considerados cuidadosamente antes de que la tecnología pueda ser implementada exitosamente en campo, algunas de las consideraciones prácticas son: el tipo de suelo, tipos y concentración de contaminantes; así como el material, configuración y espacio entre los electrodos. Los electrodos durante la electro-remediación de suelos pueden ser dispuestos de manera horizontal o verticalmente en un plano espacial x-y. Sin embargo, las investigaciones reportadas se han limitado a conducir el estudio de la configuración de electrodos hacia la eficiencia de la extracción electrocinética. La evaluación de estabilidad de los electrodos que se emplearon durante la electro-remediación, mostraron que a corrientes bajas el ánodo es estable, para lo cual se realizaron pruebas de corrosión del ánodo de Ti /  $\text{IrO}_2$  -  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  en NaOH 0.1 M, con bentonita cálcica e NaOH 0.1 M, así como NaOH 0.1M quedando de manifiesto hasta ahora que el ánodo y cátodo son estables en las condiciones de trabajo que se tienen, esto de acuerdo a las micrografías obtenidas por SEM y el microanálisis por EDS. Es importante considerar que la mayoría de estudios a nivel mundial a escala laboratorio y piloto en electro-remediación se realizaron teniendo una dimensión (1D). Para su aplicación en campo el sistema debe de ser efectivo y eficiente, para ello se requiere una configuración adecuada de electrodos. Las configuraciones 1D, 2D (dos dimensiones), o el arreglo de electrodos con respecto a un eje x-y se podrían emplear en campo, sin embargo los análisis existentes que se han realizado con configuraciones 2D o configuración de electrodos respecto a un eje x-y son limitados, y no se tienen datos experimentales del desempeño en campo de estas configuraciones de electrodos. Con base en todo lo anterior, en la cuarta etapa del proyecto se presentaron los resultados de la evaluación fisicoquímica y edafológica del suelo que influye para estimar tres configuraciones de electrodos propuestas con base en la literatura y criterios tomados en cuenta para la aplicación en el sitio de la técnica, y de esta manera poder así cumplir con el objetivo general que se persiguió en el proyecto: Electro-remediar de 1 a 10 m<sup>3</sup> de suelo in situ contaminado con hidrocarburo con base en las condiciones previamente establecidas de acuerdo al sitio que nos permitieron trabajar. Es así como se compararon y evaluaron los tres arreglos de electrodos propuestos de acuerdo con la literatura, resultando ser el mejor el arreglo circular, lo cual se logró comprobar con la menor cantidad de grasas y aceites determinada en suelo, así como con la disminución de los contaminantes determinados por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG - EM) cerca del cátodo, cerca del ánodo y centro (entre cátodo y ánodo). Con la caracterización fisicoquímica del suelo se pudo determinar que la mayor cantidad de

	<p>compuestos orgánicos se encontraban dentro de los primeros 0.50 m de profundidad en el área en estudio, por esta razón se eligió un tamaño de electrodos de 0.60 m de largo con un diámetro de 0.24 m, de acuerdo con el cálculo de campo eléctrico para electroremediar 1 m<sup>3</sup> in situ en la última etapa del proyecto empleando el arreglo circular. Por lo antes mencionado, una vez que se comprobó que la electrorremediación a nivel laboratorio era una buena opción técnica para remover en menor tiempo los hidrocarburos del suelo comparándolo con un tratamiento de lavado de suelo y otro de biorremediación, así como verificando las variables técnicas de material electródico, distancia entre el ánodo y cátodo, campo eléctrico, electrolito soporte y la existencia de una barrera física entre el suelo y el electrolito soporte, se propuso escalar el tratamiento para su aplicación en campo en una zona industrial del sector petrolero con un suelo contaminado con hidrocarburos con el fin de desarrollar la electro-remediación del suelo in situ. Es por ello que en la quinta y última etapa del proyecto fue posible realizar el escalamiento de la ER a nivel laboratorio con los datos obtenidos de corriente, la configuración de electrodos y dimensiones de los mismos para llevar a cabo la aplicación en campo para 3.32 m<sup>3</sup> de suelo contaminado con HC fracción intermedia y pesada en una zona industrial petrolera, lo que permitió obtener porcentajes de remoción arriba del 50 % hasta el 95 % en solo 8 h, quedando de manifiesto que las partículas de menor tamaño son las más afectadas por el HC y que el efecto de las líneas de corriente remuevan el contaminante. En el análisis costo beneficio de la aplicación de la ER en campo reveló que el mayor costo es debido al material electródico (66.85 %, Ti y el recubrimiento de óxidos) y el menor costo es atribuido al consumo de energía (0.005 %), lo cual abre la posibilidad de hacer adecuaciones en cuanto al material empleado como electrodos, así como las condiciones de aplicación que busquen una reducción de costos de personal entre otras mejoras. Además, la evaluación del costo beneficio revela que la ER in situ presenta costos similares a los de lavado sólido (\$ 242 USD / Ton), extracción química (\$ 420 USD / Ton) y la disposición de residuos (\$700 USD / Ton), resultando ser comparable con tecnologías de vanguardia que se aplican en la actualidad para este tipo de suelo contaminado en México y otras partes del mundo. Sin embargo, resulta necesario realizar adecuaciones en cuanto al material empleado como los electrodos para disminuir los costos buscando de esta manera que sea competitivo dicho procedimiento dentro del mercado al menos en México. Finalmente, se aplicaron dos ensayos ecotoxicológicos uno con semillas y el otro con las lombrices en suelo contaminado con hidrocarburos y en el suelo contaminado una vez que se ha electrorremediado, con el fin de aplicarlos en el seguimiento y control del proceso de electrorremediación que se aplicó al suelo. Los resultados de estas pruebas ecotoxicológicas nos indicaron que aun y cuando la concentración del contaminante residual si presenta una disminución en campo, el suelo seguiría siendo de uso industrial. Sin embargo, si se observó que al remover el HC con el campo eléctrico se mejora la distribución de nutrientes (aminoácidos, ácidos carboxílicos, carbohidratos, polímeros, entre otros), así como se restablece la respiración (generación de CO<sub>2</sub> por la presencia de microorganismos) e incrementa las unidades formadoras de colonias de bacterias y hongos, lo cual podría dar indicio de considerar una técnica de biorremediación al final del tratamiento de REC para favorecer una mejor distribución de los nutrientes en el suelo y convertirlo de uso industrial a agrícola.</p>
<p><b>observaciones:</b></p>	<p>De los ajustes que existieron en el proyecto para obtener los objetivos planteados, fueron: Primera etapa: Se consideró incluir en esta etapa al grupo del Dr. Gilberto Hernández Silva del Instituto de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla, con quien se estuvo caracterizando edafológicamente el suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo. Segunda etapa: Se consideró incluir en esta etapa al grupo del Dr. Gilberto Hernández Silva, Dr. Gilles Trebolle, Dra. Marina y M. en C. Sara Solís del Instituto de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla, con quienes se estuvo caracterizando edafológicamente, mineralógicamente y estructuralmente el suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el mecanismo de electro-remoción del contaminante en la siguiente etapa del proyecto. Quinta etapa: La electrorremediación in situ se realizó en un suelo contaminado con hidrocarburo en Salamanca dentro de las instalaciones de PEMEX, ya que cuando se tenía acceso a un sitio contaminado para hacer la electrorremediación in situ no se tenía la ministración del proyecto (se anexa la relación de ministraciones efectuadas al proyecto), y cuando se tenía dinero la M. en C. María del Carmen Cuevas de la Universidad Veracruzana Campus Coatzacoalcos no tenía los permisos para entrar a electrorremediar el sitio, y cuando lo logró, el clima de Veracruz no era el adecuado para desarrollar la electrorremediación ya que nos tocó el temporal con lluvia intensa (se anexa carta comprobatoria en donde se explica la situación). Asimismo, el volumen de 10 m<sup>3</sup> no fue posible realizarlo por la disponibilidad del acceso al lugar, por ello se considero electrorremediar entre 1 a 10 m<sup>3</sup> y se terminó de electrorremediar in situ 3.32 m<sup>3</sup> en la zona de almacenamiento de residuos peligrosos de la Refinería de Salamanca en Guanajuato.</p>
<p><b>Observaciones:</b></p>	<p>De los ajustes que existieron en el proyecto para obtener los objetivos planteados, fueron: Primera etapa: Se consideró incluir en esta etapa al grupo del Dr. Gilberto Hernández Silva del Instituto de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla, con quien se estuvo caracterizando edafológicamente el suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo. Segunda etapa: Se consideró incluir en esta etapa al grupo del Dr. Gilberto Hernández Silva, Dr. Gilles Trebolle, Dra. Marina y M. en C. Sara Solís del Instituto de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla, con quienes se estuvo caracterizando edafológicamente, mineralógicamente y estructuralmente el suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el mecanismo de electro-remoción del contaminante en la siguiente etapa del proyecto. Quinta etapa: La electrorremediación in situ se realizó en un suelo contaminado con hidrocarburo en Salamanca dentro de las instalaciones de PEMEX, ya que cuando se tenía acceso a un sitio contaminado para hacer la electrorremediación in situ no se tenía la ministración del proyecto (se anexa la relación de ministraciones efectuadas al proyecto), y cuando se tenía dinero la M. en C. María del Carmen Cuevas de la Universidad Veracruzana Campus Coatzacoalcos no tenía los permisos para entrar a electrorremediar el sitio, y cuando lo logró, el clima de Veracruz no era el adecuado para desarrollar la electrorremediación ya que nos tocó el temporal con lluvia intensa (se anexa carta comprobatoria en donde se explica la situación). Asimismo, el volumen de 10 m<sup>3</sup> no fue posible realizarlo por la disponibilidad del acceso al lugar, por ello se considero electrorremediar entre 1 a 10 m<sup>3</sup> y se terminó de electrorremediar in situ 3.32 m<sup>3</sup> en la zona de almacenamiento de residuos peligrosos de la Refinería de Salamanca en Guanajuato.</p>
<p><b>Sección:</b></p>	<p><b>MX_SEC48</b></p>

<b>Pregunta:</b>	<b>Resultados de la Investigación Metas y objetivos alcanzados Metas: (Mencionar las metas originales del proyecto y cuales se alcanzaron)</b>
<b>Respuesta:</b>	Las metas originales del proyecto fueron: Metas Científicas. 1. Conocer cuáles son los cambios que sufren las propiedades fisicoquímicas de la matriz de suelo electro-remediado. 2. Con la caracterización del suelo, construir un mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo. 3. Determinar las mejores condiciones experimentales para realizar el proceso de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo en Coatzacoalcos, Veracruz. 4. Con el análisis de los cambios que sufren las propiedades fisicoquímicas de la matriz de suelo electro-remediado, así como la optimización de las condiciones de electroremediación, se podrá construir un mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo. 5. Verificar la eficiencia de la electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo a través de las pruebas de ecotoxicidad. 6. Electro-remediar un volumen de 10 m3 de suelo contaminado con hidrocarburo en las instalaciones de la industria petroquímica en Coatzacoalcos, Veracruz. Metas de Formación de Recursos Humanos. 1. Dos Estudiantes de Verano de Investigación. 2. Dos Licenciados en Ciencias Ambientales. 3. Un Maestro en Electroquímica. 4. Un Maestro en Ingeniería Ambiental. 5. Publicar al menos dos artículos en revistas con arbitraje internacional. 6. Publicar al menos un libro. 7. Asistir al menos a un congreso internacional y uno nacional. Todas las metas científicas y de formación de recursos humanos se alcanzaron, solo hubo una modificación al volumen de suelo tratado in situ y el lugar, el cual disminuyó de 10 m3 a 3.32 m3 dentro de la Refinería de Salamanca, Guanajuato, ya que cuando se tenían los recursos económicos para cubrir dicha meta no se tenía el permiso gestionado a través de la M. en C. María del Carmen Cuevas en Coatzacoalcos, Veracruz, además de que también se tuvieron problemas de lluvia intensa en la última etapa (se anexa carta comprobatoria en donde se explica la situación), por lo que no fue posible realizar el tratamiento en Veracruz y se buscó el sitio en Salamanca, Gto con el fin de hacer el estudio completo y tener los resultados mostrados en la última etapa del proyecto de la electrorremediación in situ.
<b>observaciones:</b>	En los objetivos originales no se planteó la electrorremediación in situ, solo a nivel semipiloto con el suelo de Coatzacoalcos, Veracruz, por lo que sí se cumplieron todos los objetivos originales al final del proyecto.
<b>Pregunta:</b>	<b>Objetivos: (Mencionar los objetivos originales del proyecto y cuales se alcanzaron)</b>
<b>Respuesta:</b>	Los objetivos planteados en este proyecto fueron: 1. Efectuar la electro-remediación de suelo bajo condiciones electrocinéticas óptimas con el suelo de la zona industrial de Coatzacoalcos, Veracruz a nivel laboratorio. 2. Evaluar y caracterizar los cambios en las propiedades fisico-químicas de la matriz de suelo después de la electro-remediación. 3. Establecer un mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo. 4. Verificar el retorno de las condiciones originales del suelo una vez electro-remediado el suelo a través de las pruebas de ecotoxicidad. 5. Efectuar la electro-remediación de suelo bajo condiciones electro-cinéticas óptimas con el suelo de la zona industrial de Coatzacoalcos, Veracruz a nivel Semi-piloto. Todos los objetivos indicados se cumplieron durante las cinco etapas del proyecto original planteado.
<b>observaciones:</b>	En los objetivos originales no se planteó la electrorremediación in situ, solo a nivel semipiloto con el suelo de Coatzacoalcos, Veracruz, por lo que sí se cumplieron todos los objetivos originales al final del proyecto.
<b>Observaciones:</b>	En los objetivos originales no se planteó la electrorremediación in situ, solo a nivel semipiloto con el suelo de Coatzacoalcos, Veracruz, por lo que sí se cumplieron todos los objetivos originales al final del proyecto.
<b>Sección:</b>	
	<b>MX_SEC49</b>
<b>Pregunta:</b>	<b>Contribución técnica del proyecto: Describa las contribuciones del proyecto al avance del conocimiento en el área de estudio.</b>
	Existen diferentes tecnologías para remediar suelos contaminados con hidrocarburos los cuales se dividen en tres grandes rubros como lo son tratamientos biológicos, fisicoquímicos y térmicos. Sin embargo, en México la mayoría de las empresas dedicadas a remediar suelos utilizan métodos biológicos (biorremediación) para el tratamiento, de estas empresas la mayoría utiliza sistemas de composteo y biolabranza. Otra parte importante de las tecnologías más empleadas en México son el lavado de suelos, la oxidación química y la separación física. No obstante, en este trabajo de investigación se abordó la aplicación de una técnica fisicoquímica llamada electro-remediación, la cual ha demostrado su viabilidad a nivel laboratorio y ha sido aplicada exitosamente en campo en países de Europa y también en Estados Unidos. Sin embargo, a pesar de ello aún no ha sido aplicada in situ en México, debido al reto que representa remediar suelos y a que actualmente compite en costos frente a procesos que se encuentran dentro de la rama de tecnologías biológicas, ya que estos últimos resultan más económicos en cuanto a gasto de inversión se refiere, pero elevan sus costos en los gastos de mantenimiento debido al mayor tiempo (meses o años) que requiere para obtener las mayores eficiencias de remoción de contaminantes. Por lo tanto, la electro-remediación es una tecnología que a lo largo de 20 años ha demostrado su viabilidad a nivel laboratorio para una amplia variedad de contaminantes y especialmente para suelos de grano fino, siendo implementada por primera vez en campo en el año de 1987 por Geokinetics International Inc. en los Estados Unidos; actualmente en EU y países de Europa existen compañías que ofrecen la electro-remediación dentro de su portafolio de tecnologías. Una de ellas es Goekinetics International, la cual reporta que ha efectuado proyectos de remediación de sitios contaminados utilizando la electro-remediación como base tecnológica, pero la totalidad de los proyectos está orientada a la remediación de sitios contaminados con metales. A pesar de todo lo anterior, actualmente no se cuenta con resultados a nivel campo de la implementación del tratamiento en México, debido al reto tecnológico que representa el estudio del suelo por ser un sistema muy complejo, como la interacción de éste con el tipo de contaminante, conjuntamente con el material de los electrodos a emplear, así como la distribución de los mismos dentro del suelo durante la aplicación en campo, entre otros factores. Es por ello que surge la necesidad de aplicar el fundamento electro-cinético a nivel campo que nos permita tener un conocimiento más amplio de como las variables externas pueden afectar o mejorar la aplicación de la técnica, la dificultad o facilidad de ejecución, así como un estimado del tiempo de remediación y los cambios físicos y químicos que pueden generarse en las propiedades originales del suelo. Todos estos aspectos técnicos nos pueden dar a conocer los costos involucrados, lo cual nos

<b>Respuesta:</b>	<p>aportaría información para comparar la ER con otras tecnologías aplicadas in situ, y de esta manera, evaluar su viabilidad técnica y económica para ser aplicada en México para la remoción de hidrocarburos en suelos contaminados. Por lo antes mencionado, una vez que se comprobó que la ER a nivel laboratorio era una buena opción técnica para remover en menor tiempo los HC del suelo comparándolo con un tratamiento de lavado de suelo y otro de biorremediación, así como verificando las variables técnicas de material electrodico, distancia entre el ánodo y cátodo, campo eléctrico, electrolito soporte y la existencia de una barrera física entre el suelo y el electrolito soporte, se propuso escalar el tratamiento para su aplicación en campo en una zona industrial del sector petrolero con un suelo contaminado con hidrocarburos, con el fin de desarrollar la electroremediación del suelo in situ. Con los resultados obtenidos se observó una disminución de contaminantes, después de la REC in situ, mejorando la textura del suelo después del tratamiento electro-químico; con lo cual se prueba la hipótesis de que es posible mediante datos de laboratorio escalarlos para llevar a cabo la remediación en una zona industrial petrolera contaminada, los datos obtenidos revelan una buena aproximación de lo que pasa a nivel laboratorio con los datos obtenidos en campo. Posteriormente fue posible realizar el escalamiento de la REC a nivel laboratorio con los datos obtenidos de corriente, la configuración de electrodos y dimensiones de los mismos para llevar a cabo la aplicación en campo para 3.32 m3 de suelo tipo Vertisol contaminado con HC fracción intermedia y pesada en una zona industrial petrolera, lo que permitió obtener porcentajes de remoción arriba del 50% hasta el 95 % en solo 8 h, quedando de manifiesto que las partículas de menor tamaño son las más afectadas por el HC y que el efecto de las líneas de corriente remuevan el contaminante. En el análisis costo beneficio de la aplicación de la REC en campo revela que el mayor costo es debido al material electrodico (66.85 %, Ti y el recubrimiento de óxidos) y el menor costo es atribuido al consumo de energía (0.005 %), lo cual abre la posibilidad de hacer adecuaciones en cuanto al material empleado como electrodos, así como las condiciones de aplicación que busquen una reducción de costos de personal entre otras mejoras. La evaluación del costo beneficio revela que la REC in situ presenta costos similares a los de lavado solido (\$ 242 USD / Ton), extracción química (\$ 420 USD / Ton) y la disposición de residuos (\$700 USD / Ton), resultando ser comparable con tecnologías de vanguardia que se aplican en la actualidad para este tipo de suelo contaminado. Sin embargo, resulta necesario realizar adecuaciones en cuanto al material empleado como los electrodos para disminuir los costos, buscando de esta manera que sea competitiva dicho procedimiento dentro del mercado en México. Finalmente, en este trabajo se aplicaron dos ensayos ecotoxicológicos uno con semillas y el otro con las lombrices en suelo contaminado con hidrocarburos y en el suelo contaminado una vez que se ha electrorremediado, con el fin de aplicarlos en el seguimiento y control del proceso de electrorremediación que se aplicó al suelo. Los resultados de estas pruebas ecotoxicológicas nos indican que aun y cuando la concentración del contaminante residual si presenta una disminución en campo, el suelo seguiría siendo de uso industrial. Sin embargo, si se considera que al remover el HC con el campo eléctrico se mejora la distribución de nutrientes, así como se restablece la respiración e incrementa las unidades formadoras de colonias de bacterias y hongos, por lo que se podría considerar una técnica de biorremediación al final del tratamiento ERM para favorecer los nutrientes del suelo y convertirlo de uso industrial a agrícola.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>A pesar de que no se logró electrorremediar in situ los 10 m3 planteados al inicio del proyecto, con los 3.32 m3 se comprobó que es posible aplicar el tratamiento de REC in situ con altas eficiencias, tanto en un suelo tipo Gleysol (Coatzacoalcos, Ver.) como uno Vertisol pélico (Salamanca, Gto.), costos accesibles por el tiempo corto de su aplicación y mejorar las condiciones edafológicas del sitio, lo cual es una nueva alternativa de tratamiento de sitios contaminados que puede ser aplicada en México y competir con las tecnologías tradicionales. Además, al obtener estos resultados a través de este proyecto, se generaron dos proyectos más en CIDETEQ: 1. Estudio de Viabilidad Técnica para el Tratamiento Electroquímico de Desechos Radioactivos. LOreal, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Academia Mexicana de Ciencias. Proyecto con \$ 100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.) 2012 al 2013. 2. Determination and Electroremediation of Hg and other metallic elements in soil and sediments samples from the region of San Joaquín, Querétaro, México. V Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica, Científica y Tecnológica México y Hungría. Cooperación Técnica y Científica. Secretaría de Relaciones Exteriores. Proyecto número MX 9/2009 con \$ 204,000.00 (doscientos cuatro mil pesos 00/100 M.N.) 2011 al 2012.</p>
<b>Observaciones:</b>	<p>A pesar de que no se logró electrorremediar in situ los 10 m3 planteados al inicio del proyecto, con los 3.32 m3 se comprobó que es posible aplicar el tratamiento de REC in situ con altas eficiencias, tanto en un suelo tipo Gleysol (Coatzacoalcos, Ver.) como uno Vertisol pélico (Salamanca, Gto.), costos accesibles por el tiempo corto de su aplicación y mejorar las condiciones edafológicas del sitio, lo cual es una nueva alternativa de tratamiento de sitios contaminados que puede ser aplicada en México y competir con las tecnologías tradicionales. Además, al obtener estos resultados a través de este proyecto, se generaron dos proyectos más en CIDETEQ: 1. Estudio de Viabilidad Técnica para el Tratamiento Electroquímico de Desechos Radioactivos. LOreal, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Academia Mexicana de Ciencias. Proyecto con \$ 100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.) 2012 al 2013. 2. Determination and Electroremediation of Hg and other metallic elements in soil and sediments samples from the region of San Joaquín, Querétaro, México. V Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica, Científica y Tecnológica México y Hungría. Cooperación Técnica y Científica. Secretaría de Relaciones Exteriores. Proyecto número MX 9/2009 con \$ 204,000.00 (doscientos cuatro mil pesos 00/100 M.N.) 2011 al 2012.</p>
<b>Sección:</b>	<b>MX_SEC50</b>
<b>Pregunta:</b>	<b>Indique si estas contribuciones: Son únicas (innovación)</b>
<b>Respuesta:</b>	Efectivamente, por las razones que comentaba anteriormente, la contribución que generamos con este proyecto es única, ya que en México no se había aplicado la electrorremediación de suelos contaminados con hidrocarburo in situ, de ahí que se lograron publicar los artículos de divulgación e indexados que se indicaron en las diferentes etapas del proyecto.
	Gracias al Fondo Mixto CONAcYT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales,

<b>observaciones:</b>	<p>presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.</p>
<b>Pregunta:</b>	<b>Permitirán la generación de patentes</b>
<b>Respuesta:</b>	<p>Sí, con los resultados de este proyecto se puede generar una patente, de hecho se quiso hacer con recursos de este proyecto pero debido a que no se había estimado al inicio del mismo, no se tenía el concepto financiero y no se logró contratar con una consultora su generación, por lo que se va a ver la posibilidad de hacerlo a través de la subdirección de transferencia tecnológica del CIDETEQ .</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Gracias al Fondo Mixto CONACyT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.</p>
<b>Pregunta:</b>	<b>Representan una mejora gradual</b>
<b>Respuesta:</b>	<p>Como todas las tecnologías, este aporte de la electrorremediación in situ de suelo contaminado se puede seguir mejorando mediante su aplicación en diferentes tipos de suelo y diferentes climas, con el fin de adaptar las condiciones del campo eléctrico a la remoción de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos.</p>
	<p>Gracias al Fondo Mixto CONACyT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster</p>

observaciones:

intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electroremediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electroodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.

Pregunta:

**Van a presentarse en revistas especializadas**

Sí, en seguida se enlistan las diferentes publicaciones generadas durante las cinco etapas del proyecto (se anexan los comprobantes): Libro: 1. New Materials for Advanced Electrochemical Applications: Modified Sur-faces with Nano-Structured Composites of Prussian Blue and Dendrimers. Erika Bustos and Luis Godínez. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Saarland, Germany. ISBN 978-3-8443-1276-8, 2011, p.p. 50. Capítulos de libro: 1. Ozone Generation Using Boron Doped Diamond Electrodes. Yunny Meas, Luis A. Godínez and Erika Bustos. Chapter 13 of book intitle: Synthetic Diamond Films: Preparation, Electrochemistry, Characterization and Applications. It was edited by Eric Brillas and Carlos Alberto Martínez Huitle. Vol. 1, John Wiley & Sons, United Kingdom, England. ISBN 9780470487587, 2011, pp. 674. 2. Electrode Materials a Key Factor to Improve Soil Electrorremediation. Erika Méndez, Erika Bustos, Rossy Feria, Guadalupe García, M. Teutli. Chapter 10 of book intitle: Electrochemical Cells. InTech Open Access Publisher, Rijeka, Croasia. ISBN 978-953-308-12-5, 2012, 219 -239. 3. Comparison of Different Arrangements of Electrodes during the Electrokinetic Treatment of Polluted Soil with Hydrocarbons and Its Final Application in situ. M. Pérez-Corona, B. Ochoa, J. Cárdenas, G. Hernández, S. Solís, R. Fernández, M. Teutli and E. Bustos. Transworld Research Network, 2013 (In press). 4. Remediación Electro Cinética de Suelos Contaminados con Hidrocarburo. Capítulo del libro Remediación de Suelos y Acuíferos Contaminados en Méxi-co: Bases Teóricas y Experiencias Reales. Editores Científicos Luis G. Torres Bustillos y Erick R. Bandala González. Coordinador Wilverth R. Villatoro Monzon. FUNDAP / CONCYTEQ / GTZ, 2013, pp 285 (In press). 5. Técnicas Físicoquímicas de Remediación de Suelos. Capítulo 7. Universidad Autónoma de México, 2013 (In press). 6. Microbial Status after Electrokinetic Treatment in situ of Polluted Soil with Hydrocarbons. K. Oszust, M. Franc, B. Ochoa, J. Cárdenas, M. Teutli and E. Bustos. Transworld Research Network, 2013 (In revision). Artículos con arbitraje internacional: 1. Effect in the Physical and Chemical Properties of Gleysol Soil after an Electro-kinetic Treatment in Presence of Surfactant Triton X-114 to Remove Hydrocarbon. E. Méndez, D. Castellanos, G. I. Alba, G. Hernández, S. Solís, G. Levresse, M. Vega, F. Rodríguez, E. Urbina, M. C. Cuevas, M. G. García and E. Bustos. International Journal of Electrochemistry Science, 6, 2011, 1250 al 1268. 2. A Promising Electrochemical Test for Evaluating the Hydrocarbon Type Pollutants Contained in Industrial Waste Soils. V. Ramírez, J. A. Sánchez, G. Hernández, S. Solís, R. Antaño, J. Manríquez and E. Bustos, International Journal of Electrochemistry Science, 6, 2011, 1415 - 1437. 3. Permeable Reactive Barrier of Iron Couple to An Electrochemical Process to Remove Arsenic in Soil. C. Ruíz, J. M. Anaya, V. Ramírez, G. I. Alba, M. G. García, A. Carrillo-Chávez, M. M. Teutli and E. Bustos, International Journal of Electro-chemistry Science, 6, 2011, 548 al 560. 4. Electrochemical Detection of Halogenated Alkyl Acids using Modified Graphite Electrodes with Nanocomposites of DENs Pt. G. Armendáriz, L. A. Godínez and E. Bustos. Journal of Bioscience and Technology, 3, 2012, 1, 466 al 473. 5. Effects of Electrode Material on the Efficiency of Hydrocarbon Removal by an Electrokinetic Remediation Process. E. Méndez, M. Pérez, O. Romero, E. D. Beltrán, S. Castro, J. L. Corona, A. Corona, M. C. Cuevas and E. Bustos. Electrochimica Acta, 2012. DOI: 10.1016/j.electacta.2012.04.042. 6. Electrorremediation of Mercury Polluted Soil Facilitated by Complexing Agents. I. Robles, M. G. García, S. Solís, G. Hernández, Y. Bandala, E. Juarista and E. Bustos. International Journal of Electrochemical Science, 7, 2012, 2276 al 2287. 7. Electro-Remediation in the Presence of Ferrous Sulfate as an Ex-Situ Alternative Treatment for Hydrocarbon Polluted Soil. R. Flores, M. G. García, J. M. Peralta Hernández, A. Hernández Ramírez, E. Méndez and E. Bustos. International Journal of Electrochemical Science, 7, 2012, 2230 al 2239. 8. Electrochemical Detection of Iron in a Lixiviant Solution of Polluted Soil Using a Modified Glassy Carbon Electrode. D. I. Anguiano, M. G. García, C. Ruíz, J. Torres, I. Alonso y Lemus, L. Alvarez Contreras, Y. Verde Gómez and Erika Bustos. International Journal of Electrochemistry. Hindawi Publishing Corporation. ID 739408. DOI 10.1155/2012/739408, 2012. 9. Electrochemical Incineration of Phenolic Compounds from the Hydrocarbon Industry using Boron Doped Diamond Electrodes. Alejandro Medel, Erika Bustos, Karen Esquivel, L. Godínez and Yunny Meas. International Journal of Photo-energy, Hindawi Publishing

**Respuesta:**

Corporation. 2012, DOI 10.1155/2012/681875. ISSN : 1110-662X, I.F. = 1.769. 10. Evaluation of IrO<sub>2</sub>-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / Ti electrodes employed during the electroremediation of hydrocarbons-contaminated soil. Maribel Pérez-Corona, Arturo Corona, Elías Daniel Beltrán, Jesús Cárdenas y Erika Bustos. Sustainable Environmental Research, 2013 (In press). 11. Electroremediation of hydrocarbons - contaminated Vertisol type soil employing different electrode configurations. Maribel Pérez-Corona, Elías Daniel Beltrán, Santiago Castro, Jorge Luis Corona, Jesús Cárdenas y Erika Bustos. Sustainable Environmental Research, 2013 (In press). Artículo de divulgación nacional: 1. El Remedio Electroquímico contra la Contaminación del Suelo. Erika Bustos Bustos, Serendipia, 7, 2009, 9 al 11. 2. Electrorremediación de Suelos. Una Alternativa Más para Recuperar Sitios Contaminados. Erika Méndez Albores y Erika Bustos Bustos. Nthe Publicación Cuatrimestral del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ) Núm. 3, 2010. 3. Método Ecotoxicológicos para Evaluar Sitios Contaminados. Brenda Ochoa Méndez, María del Carmen Cuevas Díaz y Erika Bustos Bustos. Nthe Publicación Cuatrimestral del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ) Año 3, Núm. 5, Mayo al Septiembre del 2012. 4. La Electroremediación in situ: una Alternativa más para el Saneamiento de Suelos Contaminados. Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos y Erika Bustos Bustos. Nthe Publicación Cuatrimestral del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ) Año 3, Núm. 5, Mayo a Septiembre del 2012. 5. Hidrocarburos y su Distribución en el Medio Ambiente. José Alberto García Melo y Erika Bustos Bustos. Nthe Publicación Cuatrimestral del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ) Vol. 3, Núm. 4, Enero a Mayo del 2012. Memorias en extenso: 1. Comparación de la Electroremediación y Lavado Químico de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Presencia del Surfactante Tritón X-114. D. Castellanos, G. I. Alba, M. C. Cuevas, M. G. García y E. Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm-45. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009. ISBN 978-970-764-739-8. 2. Estudio del Mecanismo de Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Usando un Modelo de Particiones. V. Ramírez, J. A. Sánchez, M. G. García y E. Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm-53. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009. ISBN 978-970-764-739-8. 3. Estudio de los Fenómenos Electroquímicos en Suelo sin Contaminar y Contaminado por Hidrocarburo por medio de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica. Vanessa Ramírez Delgado, René Antaño López y Erika Bustos Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm-72. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009. ISBN 978-970-764-739-8. 4. Optimización de la Electroremediación de Suelo Contaminado con Aceites Lubricantes Gastados. J. A. Sánchez Albores, V. Ramírez Delgado y E. Bustos Bustos. XXX Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. Trabajo IAM-29. Mayo del 2009. ISSN 1664-2738. 5. Caracterización y Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Poblado de Nuevo Teapa, Veracruz. G. I. Alba López, D. A. Castellanos Pérez, M. C. Cuevas Díaz y E. Bustos Bustos. XXX Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. Trabajo IAM44. Mayo del 2009. ISSN 1664-2738. 6. Electroremediación de Suelos Contaminados con Hg al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro. V. Ramírez, G. Alba, M. G. García, D. Castellanos, J. A. Sánchez, G. Hernández y E. Bustos. Seminario José Gregorio Solorio Munguía. El mercurio: El Hombre y la Naturaleza al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México. PAPIIT-UNAM, CONCYT, NKTH (HUNGRIA), INAH-Qro. Juriquilla, Querétaro, Qro. México, 29 de octubre del 2009. ISBN 978-607-02-0606-1. 7. Estudio Comparativo de Tres Diferentes Métodos de Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo. G. I. Alba, D. A. Castellanos, M. G. García, M. C. Cuevas y E. Bustos. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm054. Zacatecas, Zac. Junio del 2010. 8. Efecto de la Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Dos Diferentes Tipos de Suelo. D. A. Castellanos, J. A. Sánchez, G. I. Alba, V. Ramírez, S. Solís, G. Hernández y E. Bustos. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm056. Zacatecas, Zac. Junio del 2010. 9. Estudio Comparativo de Tres Diferentes Métodos de Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo. G. I. Alba, D. A. Castellanos, M. G. García, M. C. Cuevas y E. Bustos. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm054. Zacatecas, Zac. Junio del 2010. 10. Comparación de dos Materiales Catódicos en la Remediación Electro-cinética de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburos. E. Méndez Albores, E. D. Beltrán Suárez, S. Castro Gaytán y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm08. México, D. F. Junio del 2011. 11. Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su Posterior Degradación Electroquímica Empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. D. C. Patiño Magaña, E. Méndez Albores, A. Medel Reyes, Y. Meas Vóng y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm07. México, D. F. Junio del 2011. 12. Estudio de la Interacción Fenantreno - Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electrorremediación en Condiciones Básicas. J. A. García Melo, F. Prieto García, C. J. L. Corona Carrillo, E. Méndez y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section ECS. 30 de mayo al 3 de junio del 2011, México D. F. 13. Activación de Superficies Csp<sup>3</sup> en Diamante Dopado con Boro. A. Medel Reyes, L. M. Apátiga Castro, Y. Meas Vóng, E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section ECS. 30 de mayo al 3 de junio del 2011, México D. F. 14. Electro-remediación de Suelo Tipo Vertisol Contaminado con Hidrocarburo empleando Diferentes Configuraciones de Electrodos. Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Santiago Castro Gaytán, Jorge Luis Corona Carrillo, Elías Daniel Beltrán Suárez y Erika Bustos Bustos. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012. 15. Evaluación del Ti / IrO<sub>2</sub> - Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> empleado durante la Electro-remediación de Bentonita Cálcaica. Maribel Pérez Corona, Arturo Corona Domínguez, Jesús Cárdenas Mijangos y Erika Bustos Bustos. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012. 16. Fabricación de Electrocatalizadores DSA mediante Depósito Electroforético y su Caracterización Electroquímica. M. R. Pérez G., M. T. Oropeza G., J. B. Talbot, E. J. Butrón V., J. Manríquez R y E. Bustos B. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012.

Gracias al Fondo Mixto CONACYT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster

<b>observaciones:</b>	<p>intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electroremediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.</p>
<b>Pregunta:</b>	<b>Congresos</b>
<b>Respuesta:</b>	<p>Se enumeran en seguida los diferentes congresos a los cuales se asistió con resultados del proyecto (se anexan los comprobantes): 1. Estudio del Mecanismo de Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Usando un Modelo de Particiones. V. Ramírez, J. A. Sánchez, M. G. García y E. Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009 (Presentación de poster). 2. Estudio de los Fenómenos Electroquímicos en Suelo sin Contaminar y Contaminado por Hidrocarburo por medio de Espectroscopía de Impedancia Electroquímica. Vanessa Ramírez Delgado, René Antaño López y Erika Bustos Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009 (Presentación de oral). 3. Comparación de la Electrorremediación y Lavado Químico de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Presencia del Surfactante Tritón X-114. D. Castellanos, G. I. Alba, M. C. Cuevas, M. G. García y E. Bustos. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 2nd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009 (Presentación de poster). 4. Optimización de la Electrorremediación de Suelo Contaminado con Aceites Lubricantes Gastados. J. A. Sánchez Albores, V. Ramírez Delgado y E. Bustos Bustos. XXX Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. Mayo del 2009 (Presentación de poster). 5. Caracterización y Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Poblado de Nuevo Teapa, Veracruz. G. I. Alba López, D. A. Castellanos Pérez, M. C. Cuevas Díaz y E. Bustos Bustos. XXX Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. Mayo del 2009 (Presentación de poster). 6. Estudio Comparativo de la Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Dos Diferentes Tipos de Matrices. Gerardo I. Alba, Vanesa Ramírez, Dalila A. Castellanos, Jesús A. Sánchez, Erika Méndez, Sara Solís, Gilberto Hernández y Erika Bustos. XIX Congreso de la SIBAE / XXI Reunión del Grupo de Electroquímica de la Real Sociedad Española de Química. Trabajo EI_CO_476_1036. Alcalá de Henares, España. 2 de julio del 2010 (Conferencia). 7. Estudio Comparativo de Tres Diferentes Métodos de Remedación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo. G. I. Alba, D. A. Castellanos, M. G. García, M. C. Cuevas y E. Bustos. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm054. Zacatecas, Zac. Junio del 2010 (Conferencia). 8. Efecto de la Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Dos Diferentes Tipos de Suelo. D. A. Castellanos, J. A. Sánchez, G. I. Alba, V. Ramírez, S. Solís, G. Hernández y E. Bustos. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm056. Zacatecas, Zac. Junio del 2010 (Conferencia). 9. Comportamiento Físicoquímico entre Diferentes Fracciones de Partículas de Suelo en Presencia de Hidrocarburos. Erika Méndez Albores y Erika Bustos Bustos. 1er Congreso Nacional de Ciencia e Ingeniería en Materiales. Puebla, Pue. Del 15 al 18 de febrero del 2010 (Presentación en Poster). 10. Comparación de Dos Materiales Catódicos en la Remedación Electrocinética de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburos. E. Méndez Albores, E. D. Beltrán Suárez, S. Castro Gaytán y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. del 30 de mayo al 3 de junio del 2011 (Conferencia). 11. Estudio de la Interacción Fenantreno y Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electroremediación en Condiciones Básicas. J. A. García Melo, F. Prieto García, C. J. L. Corona Carrillo, E. Méndez y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. del 30 de mayo al 3 de junio del 2011 (Poster). 12. Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su Posterior Degradación Electroquímica Empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. D. C. Patiño Magaña, E. Méndez Albores, A. Medel Reyes, Y. Meas Vöng y E. Bustos Bustos. XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. del 30 de mayo al 3 de junio del 2011</p>

	<p>(Poster). 13. Evaluation of the Electrokinetic Remediation of the Montmorillonite Pol-luted with Phenanthrene Using IrO<sub>2</sub> - Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / Ti. Erika Méndez and Erika Bustos. 220th ECS Meeting &amp; Electrochemical Energy Summit. Boston, Massachusetts. Del 9 al 14 de octubre del 2011 (Poster). 14. Modelo de Particiones de Fenantreno en Bentonita Antes y Después de un Proceso Electrocinético en Condiciones Básicas. García M. J. E., Prieto G. F., Corona C. C. J. L., Bustos B. E. X Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. La Academia de Ciencias Ambientales y la Universidad Autónoma de Querétaro a través de Estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental. Santiago de Querétaro. Del 17 al 19 de agosto del 2011 (Poster). 15. The Effect of Cathode Material on the Efficiency of Electrokinetic Remediation of Polluted Gleysol Soil with Hydrocarbons. Erika Méndez, Jorge L. Corona, Elías D. Beltrán and Erika Bustos. Developments in Electrokinetic Remediation of Soils, Sediments and Construction Materials. The 10th Symposium on Electrokinetic Remediation. Utrecht, The Netherlands. July 17 to 20, 2011 (Poster). 16. Electro-remediación de Suelo Tipo Vertisol Contaminado con Hidrocarburo empleando Diferentes Configuraciones de Electrodos. Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Santiago Castro Gaytán, Jorge Luis Corona Carrillo, Elías Daniel Beltrán Suárez y Erika Bustos Bustos. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012 (Conferencia). 17. Evaluación del Ti / IrO<sub>2</sub> - Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> empleado durante la Electro-remediación de Bentonita Cálctica. Maribel Pérez Corona, Arturo Corona Domínguez, Jesús Cárdenas Mijangos y Erika Bustos Bustos. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012 (Poster). 18. Electrorremoción de Hidrocarburos de un Suelo de Minatitlán, Veracruz. Ivonne Duarte Medina, Margarita Teutli León, María del Carmen Cuevas y Erika Bustos Bustos. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012 (Poster). 19. Fabricación de Electrocatalizadores DSA mediante Depósito Electroforético y su Caracterización Electroquímica. M. R. Pérez G., M. T. Oropeza G., J. B. Talbot, E. J. Butrón V., J. Manríquez R y E. Bustos B. XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 5th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. México, D. F. Junio del 2012 (Conferencia). 20. Estudio del Mecanismo de Electro-remediación en Suelo Contaminado con Hidrocarburo empleando un Modelo de Particiones. Congreso Nacional de Investigación Científica Básica 2012 Casos de Éxito. Fondo Sectorial de Investigación para la Educación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Quintana Roo, Cancún del 21 al 23 de noviembre del 2012 (Poster). 21. Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo y Posterior Mineralización del Contaminante en Agua Empleando Procesos de Oxidación Avanzada. 3er Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos: Casos de Éxito. Grupo de Electroquímica Ambiental de la Subdirección de Investigación Dirección de Ciencia, CIDETEQ. Querétaro, Querétaro del 14 al 16 de noviembre del 2012 (Conferencia).</p>
<p><b>observaciones:</b></p>	<p>Gracias al Fondo Mixto CONACYT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.</p>
<p><b>Pregunta:</b></p>	<p><b>Simposios</b></p>
<p><b>Respuesta:</b></p>	<p>Se asistió a un simposio con resultados del proyecto (se anexa comprobante): 1. Detección y Transformación Electroquímica de Contaminantes en Matrices Sólidas y Líquidas. IV Simposio Cinvestav / Sigma Aldrich. Cinvestav Campus Ciudad de México. Del 16 al 17 de mayo del 2012 (Conferencia).</p>
	<p>Gracias al Fondo Mixto CONACYT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del</p>

<p><b>observaciones:</b></p>	<p>Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electrodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.</p>
<p><b>Pregunta:</b></p>	<p><b>Foros</b></p>
<p><b>Respuesta:</b></p>	<p>Se asistió a un coloquio nacional con diferentes trabajos con resultados del proyecto (se anexa comprobantes): 1. Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán, Veracruz, México. Erika Méndez Albores, Sergio Jiménez Sandoval y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 2. Estudio de los Fenómenos Electroquímicos en Suelo sin Contaminar y Contaminado por Hidrocarburo Empleando Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIE). Vanesa Ramírez Delgado, René Antaño López y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 3. Optimización de la Electrorremediación de Suelo Contaminado con Aceites Lubricantes Gastados. Jesús Antonio Sánchez Albores, Vanesa Ramírez Delgado, María Guadalupe García Jiménez y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 4. Comparación de la Electrorremediación y Lavado Químico de Suelo Contaminado con Hidrocarburo en Presencia del Surfactante Tritón X-114. Dalila Castellanos, Gerardo Isaac Alba López, María Guadalupe García y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 5. Degradación Electroquímica de Hidrocarburos en Lodos Aceitosos Empleando Electrodos de Carbón Vítreo Reticulado en Presencia de Tritón X-114. Nazario Ramirez de la Cruz y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 6. Diseño, Construcción y Caracterización de Electrodo Modificados para la Detección de Cl<sub>2</sub>Ru(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>. Georgina María Elena Armendáriz Vidales, María Guadalupe García Jiménez, Luis Arturo Godínez Mora Tovar y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 7. Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Poblado de Nuevo Teapa, Veracruz. Gerardo Isaac Alba López, María del Carmen Cuevas Díaz y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 8. Estudio Comparativo del Cambio en la Morfología y Composición del Suelo Contaminado con Hidrocarburo por Microscopía de Barrido Electrónico, Difracción de Rayos X y Microanálisis. Ana Laura Delgado Villegas, Luis Antonio Ortiz Frade y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 9. Electro-Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Usando FeSO<sub>4</sub> en Salamanca, Guanajuato y Nuevo Teapa, Veracruz. Raúl Flores Patlan, Juan Manuel Peralta Hernández, María Guadalupe García Jiménez, Daniel Elías Beltrán y Erika Bustos Bustos. V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster).</p>
	<p>Gracias al Fondo Mixto CONAcYT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2° Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electrorremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte</p>

<b>observaciones:</b>	de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electroodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, proce-dente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.
<b>Observaciones:</b>	Gracias al Fondo Mixto CONACyT Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por el apoyo otorgado en este proyecto, se obtuvo mucha producción científica, con los cuales se ganaron algunos premios como (se anexan comprobantes): 1. Tercer lugar en la presentación del poster intitulado: Caracterización Físicoquímica del Suelo Contaminado con Hidrocarburo Procedente del Municipio de Moloacán Veracruz, México durante el V Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por la estudiante Erika Méndez Albores el 27 de agosto del 2009. 2. Primer Lugar del Cartel por parte de Erika Méndez Albores denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico presente en Bentonita durante el Proceso de Electrorremediación Cinética. 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos. CIDETEQ. Querétaro, Qro. 23 de septiembre del 2011. 3. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Electrorremediación de Suelos Contaminados por Bifenilos Policlorados, por parte de Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Gilberto Hernández Silva, Sara Silva Solís, Gladis Gisela Rodríguez Hernández y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 4. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Evaluación de la Electroremediación de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburo, por parte de Maribel Pérez Corona, Jesús Cárdenas Mijangos, Elías Daniel Beltrán Suárez, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013. 5. Distinción por la participación en el 2º Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos con el cartel denominado Comportamiento de los Mecanismos de Remoción de un Contaminante Orgánico Presente en Bentonita Durante el Proceso de Electrorremediación Cinética, por parte de Erika Méndez Albores, Jorge Luis Corona Carrillo, Santiago Castro Gaytán, Elías Daniel Beltrán Suárez, Luis Gilberto Torres Bustillos y Erika Bustos Bustos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Santiago de Querétaro, Qro. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. Registro STPS No. CID-910926-P7A-0013 6. 2o Lugar de Tesis de Maestría en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. Toluca, 15 de junio del 2012. 7. 3er Lugar de Tesis de Licenciatura en el Congreso Nacional de la SMEQ 2012 con el tema de tesis denominado Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su posterior Mineralización Electroquímica empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electroodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, proce-dente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Toluca, 15 de junio del 2012.
<b>Sección:</b>	<b>MX_SEC51</b>
<b>Pregunta:</b>	<b>Productos de la investigación (Mencionar cuales fueron los productos comprometidos y cuales los obtenidos.)</b>
<b>Respuesta:</b>	Los productos de investigación comprometidos fueron: 1. Dos Estudiantes de Verano de Investigación. 2. Dos Licenciados en Ciencias Ambientales. 3. Un Maestro en Electroquímica. 4. Un Maestro en Ingeniería Ambiental. 5. Publicar al menos dos artículos en revistas con arbitraje internacional. 6. Asistir al menos a un congreso internacional y uno nacional. 7. Escribir un libro de conocimientos generales sobre Tratamiento de Suelo en alguna editorial mexicana, en donde se contemple la electroremediación. 8. Un método para electroremediar el suelo de la zona industrial de Coatzacoalcos, Veracruz. De los cuales se alcanzaron todos y hubo productos adicionales a los propuestos como se han enumerado y se enumerarán en los puntos subsecuentes (se anexan los comprobantes).
<b>observaciones:</b>	Además de los productos antes indicados se organizó el 1, 2 y 3er Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelo en CIDETEQ del 2010, 2011 y 2012 respectivamente, en donde se tuvo en promedio 40 participantes entre estudiantes de licenciatura y posgrado, así como investigadores de diferentes partes del país, en donde se expusieron los diferentes tipos de tratamiento a nivel laboratorio y campo, teniendo además prácticas de algunos de dichos tratamientos, así como concursos de poster (se anexan comprobantes). Es importante mencionar, que durante dichos eventos se estuvieron presentando diferentes trabajos derivados del presente proyecto de investigación.
	Además de los productos antes indicados se organizó el 1, 2 y 3er Curso de Alternativas Tecnológicas

<b>Observaciones:</b>	para el Tratamiento de Suelo en CIDETEQ del 2010, 2011 y 2012 respectivamente, en donde se tuvo en promedio 40 participantes entre estudiantes de licenciatura y posgrado, así como investigadores de diferentes partes del país, en donde se expusieron los diferentes tipos de tratamiento a nivel laboratorio y campo, teniendo además prácticas de algunos de dichos tratamientos, así como concursos de poster (se anexan comprobantes). Es importante mencionar, que durante dichos eventos se estuvieron presentando diferentes trabajos derivados del presente proyecto de investigación.
<b>Sección:</b>	<b>MX_SEC52</b>
<b>Pregunta:</b>	<b>En caso de desviaciones explicar motivos e impacto de éstas. (Adjuntar al informe todo aquello que evidencie los productos y sus características.)</b>
<b>Respuesta:</b>	Como se comentaba en puntos anteriores, la única desviación que se tuvo de las metas planteadas en el proyecto fue que la electrorremediación in situ se realizó en un suelo contaminado con hidrocarburo en Salamanca dentro de las instalaciones de PEMEX, ya que cuando se podía entrar a los sitios contaminados gestionados por la M. en C. María del Carmen Cuevas de la Universidad Veracruzana Campus Coatzacoalcos no tenía la ministración correspondiente (se adiciona la relación de ministraciones efectuados al proyecto por el Fondo), y cuando se tenía dinero para dichas actividades, el clima de Veracruz no era el adecuado para desarrollar la electrorremediación in situ ya que nos tocó el temporal con lluvia intensa (se anexa carta en donde se explica dicha situación). Asimismo, el volumen de 10 m3 no fue posible realizarlo por la disponibilidad del acceso al lugar, por ello se terminó de electrorremediar in situ 3.32 m3 en la zona de almacenamiento de residuos peligrosos de la Refinería de Salamanca en Guanajuato. La información obtenida se va a publicar este año en dos capítulos de libro que se adicionan al informe.
<b>observaciones:</b>	A pesar de que no se logró electrorremediar in situ los 10 m3 planteados al inicio del proyecto, con los 3.32 m3 se comprobó que es posible aplicar el tratamiento de REC in situ con altas eficiencias, tanto en un suelo tipo Gleysol (Coatzacoalcos, Ver.) como uno Vertisol pélico (Salamanca, Gto.), costos accesibles por el tiempo corto de su aplicación y mejorar las condiciones edafológicas del sitio, lo cual es una nueva alternativa de tratamiento de sitios contaminados que puede ser aplicada en México y competir con las tecnologías tradicionales. Además, al obtener estos resultados a través de este proyecto, se generaron dos proyectos más en CIDETEQ (se anexa comprobantes): (1) Estudio de Viabilidad Técnica para el Tratamiento Electroquímico de Desechos Radioactivos. LOreal, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Academia Mexicana de Ciencias. Proyecto con \$ 100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.) 2012 al 2013. (2) Determination and Electrorremediation of Hg and other metallic elements in soil and sediments samples from the region of San Joaquín, Querétaro, México. V Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica, Científica y Tecnológica México Hungría. Cooperación Técnica y Científica. Secretaría de Relaciones Exteriores. Proyecto número MX 9/2009 con \$ 204,000.00 (doscientos cuatro mil pesos 00/100 M.N.) 2011 al 2012.
<b>Observaciones:</b>	A pesar de que no se logró electrorremediar in situ los 10 m3 planteados al inicio del proyecto, con los 3.32 m3 se comprobó que es posible aplicar el tratamiento de REC in situ con altas eficiencias, tanto en un suelo tipo Gleysol (Coatzacoalcos, Ver.) como uno Vertisol pélico (Salamanca, Gto.), costos accesibles por el tiempo corto de su aplicación y mejorar las condiciones edafológicas del sitio, lo cual es una nueva alternativa de tratamiento de sitios contaminados que puede ser aplicada en México y competir con las tecnologías tradicionales. Además, al obtener estos resultados a través de este proyecto, se generaron dos proyectos más en CIDETEQ (se anexa comprobantes): (1) Estudio de Viabilidad Técnica para el Tratamiento Electroquímico de Desechos Radioactivos. LOreal, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Academia Mexicana de Ciencias. Proyecto con \$ 100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.) 2012 al 2013. (2) Determination and Electrorremediation of Hg and other metallic elements in soil and sediments samples from the region of San Joaquín, Querétaro, México. V Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica, Científica y Tecnológica México Hungría. Cooperación Técnica y Científica. Secretaría de Relaciones Exteriores. Proyecto número MX 9/2009 con \$ 204,000.00 (doscientos cuatro mil pesos 00/100 M.N.) 2011 al 2012.
<b>Sección:</b>	<b>MX_SEC53</b>
<b>Pregunta:</b>	<b>Formación de recursos humanos Mencionar Estudiante, Grado y Situación del trámite. (Anexar copias de los documentos que avalan la información.)</b>
	Afortunadamente, durante las cinco etapas del proyecto se tuvo la formación de recursos humanos como se enlista enseguida, y se adiciona al informe los comprobantes correspondientes: Estudiantes de Verano de Investigación Región Centro: 1. Ana Laura Delgado Villegas (Universidad de Guanajuato). 2. Edgar Abraham Martínez Estrada (Universidad de Guanajuato). 3. José Octavio Saucedo (Universidad Autónoma de Coahuila). 4. Oscar Romero Lara (Universidad de Guanajuato). 5. Raúl Flores Patlán (Universidad de Guanajuato). Licenciados en Ingeniería Química con Especialidad en Ciencias Ambientales: 1. Diseño, Construcción y Caracterización de Electroodos de Carbón Modificados para la Detección de Contaminantes Orgánicos en Suelo. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Georgina María Elena Armendáris Vidales, procedente de la Universidad Veracruzana de la Facultad de Ciencias Químicas Campus Coatzacoalcos de la Carrera de Ingeniería Química. Título obtenido el 21 de mayo del 2010 con mención honorífica. 2. Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburos en Pre-presencia del Surfactante Tritón. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Dalila Alejandra Castellanos Pérez, procedente del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez de la Carrera de Ingeniería Química con especialidad en Agroindustrias. Título obtenido el 1 de julio del 2010 por unanimidad de votos. 3. Recuperación Electroquímica de Hidrocarburo a partir de Lodos Aceitosos. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Nazario Ramírez de la Cruz, procedente de la Universidad Veracruzana de la Facultad de Ciencias Químicas Campus Coat-zacoalcos de la Carrera de Ingeniería Química. 25 de enero del 2011 aprobada por unanimidad de votos. 4. Electrorremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo, Tesis de Licenciatura por parte del C. Jesús Antonio

<p><b>Respuesta:</b></p>	<p>Sánchez Albores, procedente del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez de la Carrera de Ingeniería Química con especialidad en Agroindustrias. 23 de mayo del 2011 aprobado. Licenciados en Ingeniería Ambiental: 1. Diseño y Construcción de Electroodos de Oro y Carbón Vítreo Modificados con Nanotubos de Carbón Multipared y Nanopartículas de Pt, para la Detec-ción de Fe en Solución. Tesis de Licenciatura por parte del C. Diego Iván Anguiano Frías, procedente del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán de la Carrera de Ingeniero Ambiental con especialidad en Diseño de Plantas de Tratamiento.Cd. Guzmán, Jalisco, 14 de septiembre del 2010, aprobada con unanimidad de votos. 2. Construcción de un Sensor Electroquímico para la Determinación de una Pluma de Contaminante en Suelo a Nivel Laboratorio. Tesis de Licenciatura por parte del C. Raúl Flores Patlán, procedente de la Universidad de Guanajuato de la Carrera de Ingeniero Ambiental con especialidad en Plantas de Tratamiento de Agua Residual y Rellenos Sanitarios. 8 de marzo del 2011 aprobada por unanimidad de votos y laureada. 3. Estudio Cinético y Termodinámico de Electroodos Empleados en Electro-remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo. Tesis de Licenciatura por parte del C. Oscar Romero Lara, procedente de la Universidad de Guanajuato de la Carrera de Ingeniero Ambiental con especialidad en Plantas de Tratamiento de Agua Residual y Rellenos Sanitarios. 9 de septiembre del 2011 aprobada por unanimidad de votos obteniendo el reconocimiento de trabajo de titulación laureado. 4. Tratamiento Electrocinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno y su Posterior Mineralización Electroquímica Empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electroodos de Diamante Dopados con Boro. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Diana Cristina Patiño Magaña, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. 5 de marzo del 2012. Tesis que ganó el 3er lugar del concurso de tesis a nivel licenciatura en el XXVII Congreso de la Sociedad Electroquímica de México y 5th Meeting of Mexican Section of the Electrochemical Society. 5. Electro-remediación de Suelo Contaminado con Compuestos Bifenilos Policlorados. Tesis de Licenciatura por parte de la C. Gladis Gisela Rodríguez Hernández, procedente del Instituto Tecnológico de Celaya de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Tesis nominada como dentro de las mejores del 2012 en el ITC. Maestro en Electroquímica: 1. Caracterización y Posterior Remediación Electro-cinética de Suelo Tipo Vertisol Pélico Contaminado con Hidrocarburo Procedente de una Zona Industrial. Tesis para obtener el grado de Maestro en Electroquímica en CIDETEQ, por parte del Ing. Quím. Vanessa Ramírez Delgado. 10 de septiembre del 2010 aprobada por unanimidad de votos. Maestro en Ingeniería Ambiental: 2. Estudio Comparativo de Tres Diferentes Métodos de Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental en CIDETEQ, por parte del Ing. Quím. Gerardo Isaac Alba López. 13 de mayo del 2011 aprobado por unanimidad de votos. 3. Evaluación de la Capacidad de Remoción de Arsénico en Columnas con Barrera Permeable Reactiva de Hierro y su Posterior Acoplamiento con un Tratamiento Electroquímico. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma de Querétaro, por parte de la Quím. Carlota Ruíz Juárez. 28 de julio del 2010 aprobada por unanimidad de votos. 4. Construcción del Modelo de Partición de Compuestos Aromáticos en Montmorillonita Antes y Después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Q. José Alberto García Melo. 19 de octubre del 2011 aprobado por unanimidad de votos. Tesis que ganó el 2º lugar del concurso de tesis a nivel maestría en el XXVII Congreso de la Sociedad Electroquímica de México y 5th Meeting of Mexican Section of the Electrochemical Society. 5. Electro-remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo in situ. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte de la Ing. Quím. Maribel Pérez Corona. 11 de diciembre del 2012 aprobada por unanimidad de votos. 6. Evaluación Ecotoxicológica de Suelos Electroremediados. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ingeniería Ambiental, por parte de la Ing. Quím. en Alim. Brenda Ochoa Méndez. De enero del 2012 a agosto del 2013. 7. Evaluación Ecotoxicológica de un Proceso Cinético para Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburos. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ingeniería Ambiental, por parte de la Ing. Pet. Ivonne Duarte Medina en la Benemérita Universidad del Estado de Puebla. Del 1/11/2011 al 31/10/2012. 8. Estudio Técnico y Económico de la Remoción Electroquímica del Fenol procedente de Efluentes de la Industria del Petróleo. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ingeniería Ambiental, por parte de la Ing. Amb. Gladis Gisela Rodríguez Hernández. De noviembre 2012 a septiembre 2014. Doctores en Ingeniería Ambiental. 1. Estudio del Mecanismo de Electro-Remediación de Suelo Contaminado por Hidrocarburo. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ingeniería Ambiental, por parte de la M. en Ing. Amb. Erika Méndez Albores. 20 de marzo del 2012 aprobada con reconocimiento de ser la primer egresada del Programa de Doctorado del PICYT en la especialidad en Ingeniería Ambiental en CIDETEQ. 2. Determinación del Mecanismo de Electro-degradación de Derivados Fenólicos con Electroodos de Alto Sobrepotencial de Oxígeno y el Acoplamiento de Agentes Oxidantes en Muestras Procedentes de la Industria de los Hidrocarburos. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ingeniería Ambiental, por parte del M. en Ing. Amb. Alejandro Medel Reyes. 2010 al 2013 (Co-tutoría). Se encuentra en escritura de tesis. 3. Estudio Termodinámico y Cinético de la Remediación Electroquímica de un Suelo Contaminado con Mercurio en Presencia de Agentes Extractantes. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ingeniería Ambiental, por parte de la M. en Ing. Amb. Irma Robles Gutiérrez. 2012 al 2015.</p>
<p><b>observaciones:</b></p>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<p><b>Pregunta:</b></p>	<p><b>Explicar la situación de estudiantes que no obtuvieron el grado comprometido.</b></p>
<p><b>Respuesta:</b></p>	<p>Se cumplieron con las metas de la formación de recursos humanos, y los alumnos que no se han graduado son los que actualmente se encuentran cursando sus grados porque se adscribieron al proyecto a la mitad o finales de este, y a los proyectos generados por el proyecto en evaluación (se anexa comprobantes).</p>
	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que</p>

<b>observaciones:</b>	investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>Colaboración interinstitucional y multidisciplinaria Describa el grado de colaboración entre las instituciones participantes</b>
<b>Respuesta:</b>	Todas las instituciones participantes durante el proyecto estuvieron colaborando de manera científica y de formación de recursos humanos, tanto para la generación de profesionistas como de los diferentes materiales de divulgación científica que se ha descrito en este reporte (se anexan comprobantes). Las instituciones que colaboraron por orden alfabético fueron: 1. Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla. 2. Centro de Geociencias Universidad Autónoma de México - Campus Juriquilla. 3. Instituto de Agrofísica en Polonia. 4. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 5. Universidad de Guanajuato. 6. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional. 7. Universidad Veracruzana - Campus Coatzacoalcos.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>Grupo de trabajo, indicando la contribución de cada uno de ellos al cumplimiento de los objetivos del proyecto.</b>
<b>Respuesta:</b>	En las diferentes etapas del proyecto colaboraron los siguientes investigadores, con quienes se colaboró para la generación de las metas científicas y de formación de recursos humanos (se anexan comprobantes): 1. Dra. María Guadalupe García Jiménez de la Universidad de Guanajuato, con quien se desarrolló el análisis electro-analítico de los compuestos presentes en las muestras de suelo. Además, de que apoyó en el lavado de suelo con surfactante Tritón X-114, el cual fue comparado con la REC. 2. Dra. María del Carmen Cuevas Díaz de la Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, quien facilitó el trámite administrativo para la visita al sitio en estudio, así como la toma de muestras que se analizaron y trataron posteriormente. Además, de que apoyó en la implementación de la biorremediación de suelo con cultivo sólido que fue comparado con la REC, así como las pruebas ecotoxicológicas del suelo limpio, contaminado y electrorremediado. 3. Dr. Gilberto Hernández Silva del Centro de Geociencias de la UNAM - Campus Juriquilla, con quien se caracterizó edafológicamente el suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo. 4. M. en C. Sara Solís Valdéz del Centro de Geociencias de la UNAM Campus Juriquilla, con quien se apoyó para asesorar a los chicos durante la determinación edafológica de los diferentes parámetros fisicoquímicos del suelo limpio, contaminado y electrorremediado, así como determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz y de esta manera determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo. 5. Dr. Gilles Levresse del Centro de Geociencias de la UNAM - Campus Juriquilla, con quien se está caracterizó mineralógicamente el suelo limpio y con-taminado con hidrocarburo, con el fin de determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz y de esta manera determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo para entender el mecanismo de electro-remediación. 6. Dra. Marina Vega del Centro de Geociencias de la UNAM - Campus Juriquilla quien apoyó en la determinación de difracción de rayos x para la caracterización del suelo limpio y contaminado con hidrocarburo para verificar la interacción hidrocarburo montmorillonita y de esta manera determinar el efecto del contaminante en la distribución de la matriz del suelo para entender el mecanismo de electro-remediación. 7. Dr. Luis Gilberto Torres Bustillos de la Universidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional, con quien se determinó la concentración crítica micelar del fenantreno en solución para incluirlo dentro del modelo de particiones. 8. Dr. Francisco Prieto García de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con quien se determinó el tamaño de partícula y potencial zeta para la construcción del modelo de particiones. 9. Dra. Margarita Teutli de León de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con quien se trabajó en la publicación de artículos indexados. 10. K. Oszust y M. Frac del Laboratorio de Microbiología Molecular y Ambiental en el Departamento de Sistema de Suelos y Plantas del Instituto de Agrofísica en Polonia con quienes se caracterizaron las muestras de suelo limpio, contaminado y electrorremediado con biomasa, enzimas y desarrollo de cultivo de bacterias y hongos. 11. Q. Santiago Castro Gaytán del CIDETEQ, quien efectuó las extracciones Soxhlet para la determinación de grasas y aceites de las muestras de suelo, antes y después de la electrorremediación. 12. Q. Jorge Luis Corona Carrillo del CIDETEQ, quien apoyó con los análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas para determinar los diferentes intermediarios de reacción antes y después de la electrorre-mediación de suelo contaminado. 13. Q. Met. Elías Daniel Beltrán Suárez del CIDETEQ, quien modificaba las superficies de titanio con IrO2 Ta2O5 para tener ánodos dimensionalmente estables para generar radicales libres en interfase y lograr la degradación de los hidorcarburos cerca de los ánodos. 14. M. en C. Arturo Corona del CIDETEQ, con quien se evaluó la corrosión de los electrodos empleados durante la electrorremediación del suelo contaminado con hidrocarburo. 15. M. en C. Jesús Cárdenas Mijangos del CIDETEQ quien apoyó las labores en campo para la electrorremediación del suelo contaminado con hidrocarburo in situ.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo

	<p>al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>IMPACTO DE LA INVESTIGACION EN LOS SECTORES USUARIOS Productos de la investigación transferidos a los usuarios Productos de la investigación comprometidos que han sido transferidos a los usuarios de la investigación, así como a los que surgieron durante la ejecución del proyecto. (Soportar documentalmente la entrega de estos productos.)</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>No se comprometió la transferencia de la investigación a los usuarios, solo se generó la investigación y si existiera alguien o alguna institución interesada en dicha transferencia, sería cuestión de organizarnos para hacerlo de manera pertinente de acuerdo al convenio y departamento correspondiente, pues se logró tener el protocolo y metodología para efectuar la electrorremediación in situ de un suelo contaminado con hidrocarburo de al menos 3.32 m<sup>3</sup> que en su contenido es sobre todo arcilla, lo cual no puede ser posible con los métodos tradicionales de lavado y biorremediación como se comprobó en este proyecto.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>Mecanismos de transferencia utilizados Describa los mecanismos de transferencia de los productos de la investigación al usuario y como promovió e implantó las acciones requeridas para dar respuesta al problema abordado.</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>Como se comentó anteriormente, no existió un mecanismo de transferencia del producto, solo se desarrolló el proyecto para aplicarlo a través del personal de la Gerencia de Protección al Ambiente y Seguridad Industrial de Petróleos Mexicanos en Coatzacoalcos, Veracruz, con el apoyo la M. en C. María del Carmen Cuevas de la Universidad Veracruzana Campus Coatzacoalcos quien ha tenido acceso a los sitios contaminados para tomar muestras a diferentes profundidades con el fin de caracterizar el perfil, así como realizar las pruebas de electro-remediación a nivel laboratorio. Por otra parte, con el fin de realizar la última etapa del proyecto como se comentaba, se hizo la gestión necesaria para entrar directamente a la Refinería de Salamanca en Guanajuato, con el fin de hacer la electrorremediación in situ. En dicha refinería el personal involucrado quedó interesado en realizar la aplicación del tratamiento en mayor escala en dichas instalaciones. Asimismo, personal de PEMEX Villahermosa ha visto los resultados y quedaron interesados, por lo que se están efectuando pláticas para evaluar su posible aplicación en dicha región.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>Beneficio potencial del proyecto Precisar el beneficio económico y/o social del proyecto, tanto en el sector usuario comprometido como en los sectores usuarios que potencialmente podrían beneficiarse de los resultados del proyecto. Utilizar preferentemente indicadores cuantitativos que muestren con claridad el impacto del proyecto, comparándolos con lo comprometido. Beneficio económico y/o social (descripción)</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>Con los resultados obtenidos en este proyecto se observa una disminución de contaminantes, después de la REC in situ, mejorando la textura del suelo después del tratamiento electro-químico; con lo cual se prueba la hipótesis de que es posible mediante datos de laboratorio escalarlos para llevar a cabo la remediación en una zona industrial petrolera contaminada, los datos obtenidos revelan una buena aproximación de lo que pasa a nivel laboratorio con los datos obtenidos en campo. Posteriormente fue posible realizar el escalamiento de la REC a nivel laboratorio con los datos obtenidos de corriente, la configuración de electrodos y dimensiones de los mismos para llevar a cabo la aplicación en campo para 3.32 m<sup>3</sup> de suelo tipo Vertisol contaminado con HC fracción intermedia y pesada en una zona industrial petrolera, lo que permitió obtener porcentajes de remoción arriba del 50 % hasta el 95 % en solo 8 h, quedando de manifiesto que las partículas de menor tamaño son las más afectadas por el HC y que el efecto de las líneas de corriente remuevan el contaminante. En el análisis costo beneficio de la aplicación de la REC en campo revela que el mayor costo es debido al material electródico (66.85 %, Ti y el recubrimiento de óxidos) y el menor costo es atribuido al consumo de energía (0.005 %), lo cual abre la posibilidad de hacer adecuaciones en cuanto al material empleado como electrodos, así como las condiciones de aplicación que busquen una reducción de costos de personal entre otras mejoras. La evaluación del costo beneficio revela que la REC in situ presenta costos similares a los de lavado solido (\$ 242 USD / Ton), extracción química (\$ 420 USD / Ton) y la disposición de residuos (\$700 USD / Ton), resultando ser comparable con tecnologías de vanguardia que se aplican en la actualidad para este tipo de suelo contaminado. Sin embargo, resulta necesario realizar adecuaciones en cuanto al material empleado como los electrodos</p>

	<p>para disminuir los costos buscando de esta manera que sea competitiva dentro del mercado de México. En este trabajo se aplicaron dos ensayos ecotoxicológicos uno con semillas y el otro con las lombrices en suelo contaminado con hidrocarburos y en el suelo contaminado una vez que se ha electrorremediado, con el fin de aplicarlos en el seguimiento y control del proceso de electrorremediación que se aplicó al suelo. Los resultados de estas pruebas ecotoxicológicas nos indican que aun y cuando la concentración del contaminante residual si presenta una disminución en campo, el suelo seguiría siendo de uso industrial. Sin embargo, si se considera que al remover el HC con el campo eléctrico se mejora la distribución de nutrientes, así como se restablece la respiración e incrementa las unidades formadoras de colonias de bacterias y hongos, se podría considerar una técnica de biorremediación al final del tratamiento de REC para favorecer los nutrientes del suelo y convertirlo de uso industrial a agrícola.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>Indicadores: (Hacer mención de lo comprometido y lo obtenido) Se sobreentiende que el beneficio real sólo se dará si el usuario implanta las acciones pertinentes para resolver el problema. Por otra parte, es muy probable que al finalizar el proyecto se pueda establecer con mayor precisión su impacto socioeconómico, el cual puede diferir de las estimaciones originales.</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>A pesar de que no se logró electrorremediar in situ los 10 m3 planteados al inicio del proyecto, con los 3.32 m3 se comprobó que es posible aplicar el tratamiento de REC in situ con altas eficiencias, tanto en un suelo tipo Gleysol (Coatzacoalcos, Ver.) como uno Vertisol pélico (Salamanca, Gto.), costos accesibles por el tiempo corto de su aplicación y mejorar las condiciones edafológicas del sitio, lo cual es una nueva alternativa de tratamiento de sitios contaminados que puede ser aplicada en México y competir con las tecnologías tradicionales, aplicando procedimientos que se desarrollan en Europa y Estados Unidos. Por lo anterior, se considera que se tiene el protocolo para desarrollar la electrorremediación in situ de suelo contaminado con hidrocarburo, y también puede funcionar para suelos contaminados con compuestos inorgánicos, por lo que se puede proceder a patentarse y transferir la tecnología siguiendo los procedimientos correspondientes en cada institución para efectuar dichas acciones.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>Compromisos asumidos por los usuarios Indique los compromisos, programas y/o acciones que los usuarios llevarán a cabo para implantar los resultados de la investigación. (Adjuntar la información de soporte correspondiente.)</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>No se tiene ningún compromiso al respecto.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.</p>
<b>Pregunta:</b>	<p><b>Observaciones a la evaluación de los usuarios Indique la apreciación y nivel de satisfacción que tienen los usuarios de la investigación de los resultados del proyecto.</b></p>
<b>Respuesta:</b>	<p>Diferentes personas concernientes al tema de suelos contaminados con hidrocarburo entre consultores y personal de PEMEX están interesadas en el tratamiento propuesto por la eficiencia y eficacia del mismo, por lo que hay pláticas para ver la posibilidad de su aplicación a futuro.</p>
<b>observaciones:</b>	<p>Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda,</p>

	Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>En caso de no ser favorable, explicar las causas que impidieron cumplir las expectativas del usuario.</b>
<b>Respuesta:</b>	No aplica, el procedimiento fue favorable.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>APLICACION DE LOS RECURSOS FINANCIEROS Resumen financiero Presentar en el formato anexo la información financiera del proyecto, explicando los cambios de partida y la comprobación aprobada por el Secretario Administrativo del Fondo.</b>
<b>Respuesta:</b>	Se anexa el informe de avance financiero de los gastos cubiertos con fondos del fideicomiso considerando el gasto corriente (\$1,242,000.13) y de inversión (\$244,999.87) que se tuvo de \$1,487,000.00 aprobado por el Fondo con base al convenio específico del proyecto.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>Resumen de aportaciones complementarias</b>
<b>Respuesta:</b>	No aplica porque no hubo aportaciones complementarios al proyecto.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>RECOMENDACIONES Para la implantación de las acciones derivadas de la investigación Enuncie las ideas, sugerencias y/o los aspectos necesarios de tomar en consideración por los usuarios, con el objeto de asegurar la correcta implantación de las acciones derivadas del proyecto.</b>
<b>Respuesta:</b>	De acuerdo con los resultados de las pruebas ecotoxicológicas, aun y cuando la concentración del contaminante residual si presenta una disminución en campo de la electrorremediación in situ de suelo contaminado con hidrocarburo, el suelo seguiría siendo de uso industrial (concentraciones cercanas a los 6 000 mg de hidrocarburo Kg-1 suelo base seca). Sin embargo, si se considera que al remover el HC con el campo eléctrico se mejora la distribución de nutrientes, así como se restablece la respiración e incrementa las unidades formadoras de colonias de bacterias y hongos, se podría considerar una técnica de biorremediación al final del tratamiento de REC para favorecer los nutrientes del suelo y convertirlo de uso industrial a agrícola. De cualquier manera, si la aplicación del tratamiento es para el suelo de uso industrial solo faltaría que se patentara la tecnología para hacerlo comercial y adaptarlo a los diferentes tipos de suelo que quisieran tratar con la REC.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Pregunta:</b>	<b>Para la difusión de los resultados Indique los sectores y/o instituciones de la región y de fuera de la región que podrían ser usuarios potenciales de los resultados de la investigación, a los cuales sería conveniente hacerles llegar la información generada.</b>
<b>Respuesta:</b>	La información obtenida es importante, y podría ser difundida a diferentes empresas, instituciones y consultoras que trabajaran la remediación de suelos contaminados, pues con los resultados obtenidos a nivel laboratorio y campo, el procedimiento de REC puede ser adaptado según la circunstancia del suelo contaminado (en el sitio o cerca de él), así como a sus propiedades fisicoquímicas tanto del

	suelo como del contaminante en estudio.
<b>observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Observaciones:</b>	Como líder del proyecto, quiero agradecer al Fondo Mixto CONACyT Gobiernos del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave por la confianza otorgada desde el inicio para la realización de dicho proyecto, así como a todas las personas involucradas en la realización del mismo por lograr al 100 % los objetivos planteados, y ajustar las metas alcanzadas en tiempo y forma, lo cual hace que investigadores como mi persona sigan pensando en tener un México mejor y aportar a través de la investigación nuestro granito de arena para beneficio de las futuras generaciones. Asimismo, quedo al pendiente de cualquier duda o aclaración del proyecto, pues de verdad fue muy lindo trabajar con personas amables como ustedes, pues a pesar de los retrasos de las ministraciones me apoyaron cuando se los solicité para liberar pronto los pagos y seguir adelante con las actividades. Así que espero posteriormente volver a trabajar con ustedes para darle continuidad al proyecto, al cual le veo un gran potencial para estar al nivel cognositivo de otros países como Alemania, Holanda, Estados Unidos y Canadá.
<b>Documentos Anexos</b>	