

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

Fondo:	I0003- Fondo SEP - CONACYT
Solicitud:	000000000084955- ESTUDIO DEL MECANISMO DE ELECT
Etapas:	001
Título:	ESTUDIO DEL MECANISMO DE ELECTRO-REMEDIACIÓN EN SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO EMPLEANDO UN MODELO DE PARTICIONES.
Usuario:	X_ebustos37734
Nombre:	Erika Bustos Bustos
formato:	INF_FINAL_CB- INFORME FINAL CIENCIA BASICA
Fecha:	30 de septiembre de 2011
Estado del Documento:	Finalizado

Sección:	IFINAL_CB
-----------------	------------------

Pregunta:	Capture aquí el resumen de este informe
------------------	--

Durante la primer etapa del proyecto se realizó la caracterización fisicoquímica del suelo limpio y contaminado con hidrocarburo, e incluso ya se comenzó con la electro-remoción del contaminante, con el fin de mejorar las condiciones de operación en la segunda etapa de dicho proyecto para formular el modelo de particiones. Con base en los resultados obtenidos en la segunda etapa del proyecto se logró exitosamente la meta planteada, la cual fue entender cuales son las mejores condiciones experimentales para realizar el proceso de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo. Con lo antes expuesto se demostró la importancia de la naturaleza del suelo contaminado durante el tratamiento electrocinético, ya que para el caso del suelo de Nuevo Teapa, Veracruz (tipo Gleysol) se logró una remoción aproximada del 82% debido al mayor tiempo de residencia del flujo de NaOH en el suelo con textura franco arcillosa desorbiendo mayor cantidad de hidrocarburo; mientras que el suelo de Salamanca, Guanajuato (tipo Vertisol) mostró un tiempo de residencia del NaOH menor en el suelo con textura franco arenosa y por lo tanto se tuvo un menor porcentaje de remoción del contaminante (33%). Además, estos resultados demuestran que el tratamiento electrocinético es efectivo para suelos de baja permeabilidad como el tipo Gleysol. Lo anterior debido a que con base en los resultados, se definió que el voltaje adecuado para remover hidrocarburos fue un potencial de 20 V, ya que al aplicar dicho potencial se detectaba por medio de UV-Vis una mayor cantidad de hidrocarburos removidos, de acuerdo a la intensidad de las bandas de absorbancia a 238 nm. Además, al utilizar como electrolito NaOH mejoró en gran medida el proceso de electro-remediación, ya que al utilizar la sal mantuvo un pH estable con valores cercanos a 12.5, lo cual fue congruente con lo reportado en la literatura.

Respuesta:

electro-cinético fue cambiar el ánodo de Ti por $\text{IrO}_2\text{:Ta}_2\text{O}_5$, material seleccionado por brindar una ventana de potencial de oxidación más amplia que los demás evaluados. De esta manera, comparando la concentración de HC presente en el suelo antes y después de tratarlo electroquímicamente se obtuvo una remoción en el suelo cercano al ánodo de 40.46 %, seguida por la zona del cátodo con un 33.99 % y de un 24.46%, en la región de la media celda en un tiempo de tratamiento de 24hrs, porcentajes que se logran después de 48hrs de tratamiento de acuerdo a la literatura expresada en la discusión de resultados. En la última etapa del proyecto se concluyó que el proceso de adsorción de fenantreno sobre montmorillonita como modelo de estudio tiene un tiempo de estabilización de 10 h y es de primer orden, indicativo de que la velocidad de absorción disminuye con la cantidad de sustancia que queda por absorberse y, por lo tanto, el número de moléculas que se absorben por unidad de tiempo disminuye de forma exponencial. El efecto de la temperatura sobre la adsorción de fenantreno solo es notable cuando se excede la temperatura de ebullición del solvente, en este caso, del diclorometano (39.6 °C) por lo que las cinéticas de 25 y 35 °C tienen un comportamiento similar, no así las de 45 °C. Asimismo, se demostró que el proceso de adsorción de fenantreno en montmorillonita se ajusta a un proceso lineal y que es típico para sistemas con bajas concentraciones de contaminantes (sistemas diluidos) y materia orgánica. Con base en base a los resultados de las isotermas de adsorción se pudo obtener una K_d (0.481 L/g a 25 °C). Por otro lado se encontró que la isoterma presenta dos comportamientos, uno a concentraciones de 0 a 50 mg/L de fenantreno que presenta K_d mayores y que incrementan su valor de manera directamente proporcional al aumento de la temperatura. El segundo comportamiento que va de 60 a 150 mg/L de fenantreno presenta una tendencia inversa al comportamiento anterior, es decir, el valor de la K_d disminuye conforme existe un aumento en la temperatura. Por otra parte, los análisis de tamaño de partícula realizados tanto a las muestras de las isotermas como a las cinéticas de sorción muestran el mismo comportamiento, es decir, al aumentar la distribución de los tamaños y provocar un aumento del diámetro de las partículas por aglomeración de las mismas, como consecuencia de la presencia del fenantreno a bajas concentraciones (hasta 60 mg/L) y de disgregación de los agregados al aumentar la concentración (más de 60 mg/L). A partir del comportamiento descrito anteriormente, este fue comparado con la literatura, y se encontró que esto se debe a fenómenos de condensación capilar del fenantreno entre los micro y nanoporos presentes entre las partículas de la montmorillonita. Asimismo, quedo demostrado que el fenantreno se encuentra adsorbido en las partículas de las arcilla y no absorbido. Es importante mencionar, que después del proceso electrocinético, la distribución de tamaño de partícula se volvió uniforme (5µm hasta 110 µm) , que de acuerdo a la literatura este efecto se presenta cuando no existe modificación de propiedades físicas, mecánicas y de textura del suelo, como: la electromigración de iones interlaminares, la sustitución de iones de la arcilla, la producción de gases debido a la hidrólisis del medio y el rompimiento de enlaces. Estos efectos se comprobaron al no variar el valor de potencial ζ (-20.55 mV) y pH (9.2) , debido a que el fenantreno no contribuyó significativamente con fuerzas electrostáticas atómicas y moleculares que afecten la doble capa eléctrica del sistema, así como las propiedades antes mencionadas. En cambio, después del proceso de electrorremediación debido tanto al uso del electrolito soporte (NaOH 0.1 M) como de los gradientes de pH generados por el mismo proceso, existe un cambio evidente del pH del medio y por consecuencia un aumento en el valor del potencial ζ . Este cambio fue más evidente en el lado catódico, debido a que el flujo de iones interlaminares (en su mayoría Ca^{2+} , por la composición de la montmorillonita) es de ánodo hacia cátodo; dicho comportamiento también se vio reflejado en la

para el lado catódico), ya que esta presenta el mismo patrón que el potencial ζ , un valor menor en lado anódico (-17.5 mV) y un valor mayor en el lado catódico (-25.4 mV). Asimismo, gracias al uso del análisis termogravimétrico diferencial se logró identificar las principales interacciones del fenantreno sobre una arcilla, de las que destacan el aumento del volumen de agua que tiende la arcilla a absorber, ya sea agua higroscópica o intersticial. Cuando el fenantreno se encuentra presente en la arcilla existe un aumento de hasta el 2 % de contenido de agua intersticial, y un aumento del 0.4 % del agua interlaminar o higroscópica. Este comportamiento se puede atribuir al aumento del área superficial que presenta la arcilla debido a la conglomeración de partículas unidas por fenantreno capilar. Además, a partir de los análisis térmicos se logró realizar un balance preliminar antes y después del proceso electrocinético en cada una de las fases del sistema, con lo que se definió que existió un 80.5 % de fenantreno electrorremovido de la montmorillonita previamente contaminada (Figura 9.1), y que la mayor parte del fenantreno tiende a solubilizarse en el electrolito soporte de NaOH 0.1 M, como se demostró por espectrofotometría de UV ζ Vis, en donde la mayor concentración del contaminante estuvo del lado anódico en fase acuosa (14.772 mg/L de fenantreno) en comparación al lado catódico (10.182 mg/L de fenantreno). Este comportamiento puede deberse a las características químicas del electrolito soporte, pues al usar NaOH 0.1 M los iones hidroxilo solvatados tenderán a migrar hacia el lado anódico por su carga negativa, y debido a que estos iones son los encargados de solubilizar el contaminante, y el flujo del mismo tenderá a ser en este sentido. Es importante hacer notar que este comportamiento sucede en las condiciones particulares de un sistema libre de materia orgánica, y utilizando como suelo modelo montmorillonita. Finalmente, al comparar el modelo experimental con el teórico antes y después del proceso electrocinético, se logró observar que la distribución del fenantreno en las fases acuosa (80.586 %) y sólida (19.397 %) cambia significativamente. De esta manera, al cambiar la relación entre la concentración de fenantreno en la fase sólida y líquida, se puede determinar la constante de distribución fue de 0.25 (K_{sa}), que se debe principalmente al tratamiento electrocinético y al electrolito soporte

observaciones:

Pregunta:

Cuantitativamente, señale cuáles fueron los productos generados (Libros, Capítulos de Libro, Artículos, Tesis, etc.).

Durante las tres etapas del proyecto se generó un libro, un capítulo de libro, cuatro artículos en revistas indexadas, trece memorias en extenso, cinco artículos de divulgación científica y tecnológica, se formaron doce recursos humanos a nivel licenciatura, maestría y doctorado, se asistieron a diecisiete congresos nacionales e internacionales, se participo en ocho cursos y se impartieron dos sobre Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelo como se muestra enseguida: 1. Libro (1): ζ New Materials for Advanced Electrochemical Applications: Modified Surfaces with Nano-Structured Composites of Prussian Blue and Dendrimers ζ . Erika Bustos and Luis Godínez. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Saarland, Germany. ISBN 978-3-8443-1276-8, 2011, pp. 50. 2. Capítulo de Libro (1): ζ Ozone Generation Using Boron ζ Doped Diamond Electrodes ζ . 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. 3. Artículos en Revistas Indexadas (4): 3.1. ζ 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 ζ . 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

1250 ÷ 1268. 3.2. ¿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. 3.3. ¿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 Electrochemistry Science*, 6, 2011, 548 ÷ 560. 3.4. ¿Modified Surfaces with Nano-Structured Composites of Prussian Blue and Dendrimers. New Materials for Advanced Electrochemical Applications?. Erika Bustos and Luis Godínez. *International Journal of Electrochemistry Science*, 6, 2011, 1, 1 ÷ 36. 4. Memorias en Extenso (13): 4.1. ¿2o Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos?. Curso por parte de la Subdirección de Investigación y Posgrado, CIDETEQ. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. 4.2. ¿The Effect of Cathode Material on the Efficiency of Electrokinetic Remediation of Polluted Gleysol Soil with Hydrocarbons?. Erika Méndez, Jorge L. Corona, Elias D. Beltrán and Erika Bustos. *Developments in Electrokinetic Remediation of Soils, Sediments and Construction Materials. The 10th Symposium on Electrokinetic Remediation. Trabajo P-36. Utrecht, The Netherlands. July 17 ÷ 20, 2011, 193 - 194.* 4.3. ¿Estudio de la Interacción Fenantreno ÷ Montmorillonita antes y después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas?. J. A. García Melo, F. Prieto García, C. J. L. Corona Carrilo, 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. Trabajo EAm09. México, D. F. Junio del 2011. 4.4. ¿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. 4.5. ¿Tratamiento Electro-cinético de Montmorillonita Contaminada con Fenantreno, y su Posterior Degradación Electroquímica Empleando Procesos Avanzados de Oxidación con Electroodos 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. 4.6. ¿Activación de Superficies Csp3 en Diamante Dopado con Boro?. A. Medel Reyes, L. M. Apátiga, 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 EAm06. México, D. F. Junio del 2011. 4.7. ¿1er Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos?. Curso por parte de la Subdirección de Investigación y Posgrado, CIDETEQ. Del 17 al 19 de noviembre del 2010. 4.8. ¿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. 4.9. ¿Efecto de la Electro-remediación 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. 4.10. ¿Electroremediación de Suelos Contaminados con Hg al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro?. V. Ramírez, G. Alba, Ma. Gpe. 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

(HUNGRÍA), INAH-Qro. Juriquilla, Querétaro, Qro. México, 29 de octubre del 2009. ISBN 978-607-02-0606-1. 4.11. ¿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. 4.12. ¿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. Trabajo EAm-45. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009. ISBN 978-970-764-739-8. 4.13. ¿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. Divulgación y Difusión Científica y Tecnológica (5): 5.1. ¿Detección y Transformación Electroquímica de Compuestos Orgánicos en Matrices Líquidas y Sólidas empleando Electroodos Modificados¿. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional ¿ Unidad Querétaro. Santiago de Querétaro, 9 de febrero del 2011 (Seminario). 5.2. ¿Electro-remediación de Suelo con Compuestos Orgánicos e Inorgánicos: Casos en Estudio¿. V Curso sobre Remediación de Suelos y Acuíferos Contaminados. 5RSAC-2010. UAQ ¿UPIBI-IPN-GTZ. Santiago de Querétaro, Qro. Del 4 al 7 de octubre del 2010 (Ponencia). 5.3. ¿Estrategia para el Monitoreo Ambiental de Contaminantes¿. Departamento de Toxicología Ambiental, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P. 22 de abril del 2010. 5.4. ¿Electro-remediación de Suelo Contaminado con Hg Proveniente de la Sierra Gorda de Querétaro¿. Seminario José Gregorio Solorio Munguía. ¿El mercurio: El Hombre y la Naturaleza al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México¿. PAPIIT-UNAM, CONCAYT, NKTH (HUNGRÍA), INAH-Qro. Juriquilla, Querétaro, Qro. México, 29 de octubre del 2009. 5.5. ¿El Remedio Electroquímico contra la Contaminación del Suelo¿. Erika Bustos Bustos, Serendipia, 7, 2009, 9 ¿ 11. 6. Formación de Recursos Humanos (12): 6.1. ¿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. 2009 ¿ 2012. 6.2. ¿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. 6.3. ¿Estudio Comparativo de Tres Diferentes Métodos de Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo¿. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental, por parte del Ing. Quím. Gerardo Isaac Alba López. 13 de mayo del 2011 aprobado por unanimidad de votos. 6.4. ¿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. Enero del 2012. 6.5. ¿Estudio Cinético y Termodinámico de Electroodos Empleados en Electroremediación 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

Respuesta:

¿Electroremediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo¿ Tesis de Licenciatura por parte del C. Jesús Antonio Sánchez Albores, procedente del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez de la Carrera de Ingeniería Química con especialidad en Agroindustrias. 23 de mayo del 2011 aprobada. 6.7. ¿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 obteniendo el reconocimiento de trabajo de titulación laureado. 6.8. ¿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 Coatzacoalcos de la Carrera de Ingeniería Química. 25 de enero del 2011 aprobada por unanimidad de votos. 6.9. ¿Diseño y Construcción de Electroodos de Oro y Carbón Vítreo Modificados con Nanotubos de Carbón Multipared y Nanopartículas de Pt, para la Detección 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. 6.10. ¿Electro-Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburos en Presencia del Surfactante Tritón X-114¿. 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. Fecha de obtención de grado el 1 de julio del 2010, aprobada. 6.11. ¿Evaluación de la Retención de Arsénico y Selenio en una Columna con Barrera Permeable Reactiva en Suelos¿. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Ambientales, por parte de la Quím. Carlota Ruíz Juárez, procedente de la Universidad Autónoma de Querétaro. Fecha de obtención de grado el 26 de julio del 2010, aprobada por unanimidad de votos. 6.12. ¿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, por parte del Ing. Quím. Vanessa Ramírez Delgado, procedente del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. Fecha de obtención de grado el 10 de septiembre del 2010, aprobada por unanimidad de votos. 7. Congresos Asistidos (17): 7.1. ¿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 16 al 19 de agosto del 2011 (Poster). 7.2. ¿The Effect of Cathode Material on the Efficiency of Electrokinetic Remediation of Polluted Gleysol Soil with Hydrocarbons¿. Erika Méndez, Jorge L. Corona, Elias 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 ¿ 20, 2011 (Poster). 7.3. ¿Estudio de la Interacción Fenantreno ¿ Montmorillonita antes y después del Proceso de Electro-remediación en Condiciones Básicas¿. J. A. García Melo, F. Prieto García, C. J. L. Corona Carrilo, 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. Trabajo EAm09. México, D. F. Junio del 2011 (Poster). 7.4. ¿Comparación de dos Materiales Catódicos en la Remediación Electro-cinética de Suelo Tipo Gleysol Contaminado con Hidrocarburos¿. E. Méndez Albores, E. D. Beltrán

Mexicana de Electroquímica y 4th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society. Trabajo EAm08. México, D. F. Junio del 2011 (Conferencia). 7.5. ¿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 (Poster). 7.6. ¿Activación de Superficies Csp3 en Diamante Dopado con Boro?. A. Medel Reyes, L. M. Apátiga, 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 EAm06. México, D. F. Junio del 2011 (Oral). 7.7. ¿Estudio Comparativo de la Electro-remediación 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 / XXXI 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). 7.8. ¿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 (Conferencia). 7.9. ¿Efecto de la Electro-remediación 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). 7.10. ¿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). 7.11. ¿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. Puerto Vallarta, Jalisco. Junio del 2009 (Presentación de poster). 7.12. ¿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). 7.13. ¿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. Mayo del 2009 (Presentación de poster). 7.14. ¿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). 7.15. ¿Electro-Remediación de Suelo Contaminado con Hidrocarburo Usando FeSO4 en Salamanca, Guanajuato y Nuevo Teapa, Veracruz?. Raúl Flores Patlan, Juan Manuel Peralta y Hernández, María

Coloquio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Querétaro, Qro. Del 26 al 28 de agosto del 2009 (Presentación de Poster). 7.16. ¿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). 7.17. ¿Optimización de la Electroremediación 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). 8. Cursos Asistidos (8): 8.1. ¿Espectrometría de Masas y sus Aplicaciones¿. Termo Scientific ¿ ISASA Instrumentación. Santiago de Querétaro, Qro. 10 de noviembre del 2010 con una duración de 8h. 8.2. ¿Primera Reunión de la RED-MATUEM¿. Centro de Investigaciones en Óptica A. C., del 11 al 15 de octubre del 2010 en León, Gto. México con duración de 40h. 8.3. ¿Cromatografía de Gases, Líquidos y sus Aplicaciones¿. Termo Scientific ¿ ISASA Instrumentación. Santiago de Querétaro, Qro. 7 de septiembre del 2010 con una duración de 8h. 8.4. ¿Análisis Térmico de Materiales¿. El Programa de Cursos de Actualización y Capacitación del Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Autónoma de México (IIM ¿ UNAM). México, D. F., del 23 al 26 de marzo del 2010 con una duración de 20h. 8.5. ¿Preparación de Compuestos Poliméricos y su Aplicación como Sensores¿. 1er Congreso Nacional de Ciencia e Ingeniería en Materiales. Puebla, Pue. Del 15 al 18 de febrero del 2010 con una duración de 4h. 8.6. ¿Tecnologías Químicas y Electroquímicas y Biológicas del Medio Ambiente Teoría y Aplicaciones al Control de Contaminantes¿. El Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. Sanfandila, Pedro Escobedo, Qro. Del 18 al 22 de enero del 2010. 8.7. ¿Curso Nacional de Sistemas de Información Geográfica¿. El Centro de Investigaciones Biológicas e la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Celaya, Gto. Del 11 al 15 de mayo del 2009. 8.8. ¿Mecanismos de Reacciones Orgánicas y Simulación Molecular¿. XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y el 2nd Meeting of The Mexican Section of the Electrochemical Society. Puerto Vallarta, Ja. Méx. Del 31 de mayo al 5 de junio del 2009. 9. Cursos Organizados (2): 9.1. ¿2o Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos¿. Curso por parte de la Subdirección de Investigación y Posgrado, CIDETEQ. Del 20 al 23 de septiembre del 2011. 9.2. ¿1er Curso de Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento de Suelos¿. Curso por parte de la Subdirección de Investigación y Posgrado, CIDETEQ. Del 17 al 19 de noviembre del 2010.

observaciones:

Pregunta:

Indique si se dio cumplimiento a los objetivos, metas y/o productos comprometidos (Fundamente/Justifique)

Respuesta:

Con el desarrollo de los tres etapas del proyecto se logró el objetivo general, el cual era establecer un mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo, a través de un modelo de particiones basado en las propiedades fisicoquímicas de la matriz de suelo. Por lo que se demostró la hipótesis, la cual consideraba que el modelo de particiones ayuda a establecer el mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo, el cual cambia en menor medida las propiedades fisicoquímicas de la matriz de suelo que los métodos químicos, físicos y biológicos empleados tradicionalmente. Con lo cual se alcanzaron las tres metas establecidas en un inicio: (1) Entender cuales son las mejores condiciones experimentales para realizar el proceso de electro-remediación de suelo contaminado con hidrocarburo. (2) Conocer cuales son los cambios que sufren las propiedades fisicoquímicas de la matriz de suelo electro-remediado. (3) Construir un mecanismo de electro-remediación de suelo contaminado por hidrocarburo con el modelo de particiones, considerando las cuatro fases de hidrocarburo en la matriz de suelo. Las cuales se consiguieron mediante la obtención de los objetivos específicos: (1) Efectuar la electro-remediación de suelo bajo condiciones electro-cinéticas óptimas con diferentes tipos de suelo: Gleysol y Vertisol pélico. (2) Evaluar y caracterizar los cambios en las propiedades físico-químicas de la matriz de suelo después de la electro-remediación: pH, conductividad, humedad, permeabilidad, densidad aparente y real, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, grasas y aceites, así como hidrocarburos de fracción media y pesada. (3) Construir el modelo de particiones con las cuatro fases presentes en el suelo electro-remediado. (4) Establecer un mecanismo de electro-remoción del hidrocarburo en la matriz de suelo basado en el modelo de particiones.

observaciones:

Pregunta:

Con base en los productos generados, señale los alcances en: a) Generación del conocimiento, b) Formación de recursos humanos especializados y c) Creación y/o fortalecimiento de grupos de investigación

Respuesta:

Afortunadamente, con los objetivos alcanzados del proyecto en estudio, se logró generar las bases para realizar la electrorremediación de suelo contaminado con compuestos orgánicos como los hidrocarburos y los bifenilos policlorados, así como inorgánicos como el arsénico y el mercurio, tanto a nivel laboratorio como piloto con la ayuda de estudiantes a nivel verano y residencia, así como tesis de licenciatura, maestría y doctorado. De esta manera, durante este periodo de tiempo se lograron establecer lazos de trabajo con diferentes instituciones como el Centro de Geociencias - UNAM - Campus Juriquilla, así como la Universidad Veracruzana y de Guanajuato, e Institutos Tecnológicos como el de Celaya, Tuxtla Gutiérrez y Ciudad Guzmán.

observaciones:

Pregunta:

En términos de impacto, destaque las principales contribuciones de su investigación

Respuesta:

Gracias a la contribución de los diferentes estudiantes y profesionistas en diferentes esferas del conocimiento, se lograron establecer relaciones de trabajo entre CIDETEQ y otras instituciones a nivel nacional e internacional como Hungría, con las cuales se ha realizado trabajo a nivel fundamental mediante el establecimiento del modelo de particiones, hasta la aplicación del tratamiento a nivel laboratorio y piloto, por lo que actualmente se está ideando la manera de desarrollar el procedimiento en campo.

observaciones:

Pregunta:

Cuáles argumentos plantearía como sustantivos para integrar su investigación dentro de los CASOS DE ÉXITO.

Respuesta:

El base fundamental es el trabajo en grupo y colaborativo, así como una labor en equipo mediante la integración de grupos de trabajo con estudiantes de verano, residencia, licenciatura, maestría y doctorado, los cuales deben fundamentarse en tener intereses comunes para el bien propio, de la institución, y por consecuencia del país.

observaciones:

Observaciones: