



Pruebas de enotoxicidad
Evaluación de sitios contaminados
El medio ambiente
Contaminación del aire
Procesos de oxidación avanzada

Comité Editorial

M.I.M.A. Pedro Vera Toledo
Dr. Carlos Manuel García Lara

Edición

Carolina Alvarado Villar
Alejandra Lizeth Coutiño Bach
Carolina del Rocío López Díaz
María de Lourdes Moreno Aguilar
Oliver Domingo Hernández Martínez

Comité revisor

M. en C. María Luisa Ballinas Aquino
Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas
M. I. Juan Antonio Araiza Aguilar
c. Dr. Carlos Narcía López
Dr. Raúl González Herrera
Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Eventos

16o Ciclo de Seminarios
17a Expo Ambiental
2o Congreso de Ingeniería Ambiental e
Ingeniería Química del Sureste de México



Sumario

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Carta de los Editores...</i> | 1 |
| <i>Estandarización de pruebas de enotoxicidad en Allium</i> | 2 |
| <i>Cepa para la evaluación de sitios contaminados de México</i> | |
| <i>Presencia del pez diablo en el sistema lagunar: Catazajá</i> | 7 |
| <i>Chiapas</i> | |
| <i>El medio ambiente en el sector rural y urbano</i> | 12 |
| <i>Sistemas de gestión medioambiental</i> | 16 |
| <i>Auditoría ambiental</i> | 20 |
| <i>Saturación de rutas y la contaminación del aire</i> | 29 |
| <i>Importancia de los procesos de oxidación avanzada en la actualidad</i> | 36 |
| <i>Newton, Matlab y el interior de la tierra</i> | 42 |
| <i>Cálculo de volumen de un sólido de revolución</i> | 50 |



Carta de los Editores...

Bienvenidos a una nueva edición de la Gaceta Nas Jomé en su décimo cuarto número, en donde se da a conocer un fragmento importante del trabajo desarrollado por docentes y alumnos, como parte de las actividades que realiza el Cuerpo Académico de Estudios Ambientales y Riesgos Naturales.

La presente edición ha sido enriquecida con aportaciones en diversas temáticas como estandarización de pruebas de enotoxicidad, técnicas para la evaluación de sitios contaminados y tratamientos de lixiviados, especies invasoras en medios acuáticos, contaminación atmosférica, entre otros, lo que demuestra una participación comprometida de la comunidad universitaria hacia el fortalecimiento de la Gaceta.

De antemano agradecemos su entusiasta participación, con la invitación permanente para que nos hagan llegar sus trabajos relacionados a las actividades que se realizan en la Universidad.

Cualquier comentario o sugerencia estamos para escucharte.

ESTANDARIZACIÓN DE PRUEBAS DE ENOTOXICIDAD EN ALLIUM CEPA PARA LA EVALUACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS DE MÉXICO

López Argüello Claudia del Socorro,
Asesor: Ilizaliturri Hernández Cesar Arturo,
Coordinación para la innovación y la aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad
Autónoma de San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo es un grave problema ambiental, una de las principales causas son los metales pesados al ser extraídos en zonas mineras, actualmente puede atenderse correctamente evaluando los sitios contaminados, antes de una remediación.

En San Luis Potosí el mayor problema de contaminación de suelos es por la actividad minera (Ortega, 2012). En relación a ello actualmente se realizan estudios sobre bioindicadores de suelos contaminados, uno de ellos es *Allium cepa* (cebolla común), al ser un excelente bioindicador de daño genético sirve de alerta al estudiar suelos contaminados (Souza et al., 2013).

El principio del ensayo está en las raíces de *Allium Sp.* pues cuando estas se rehidratan se produce una estimulación del crecimiento de las células, lo cual permite la elongación de las raíces. Entonces cuando la hidratación se lleva a cabo en presencia de sustancias tóxicas como los metales pesados, la división celular de los meristemas radiculares puede inhibirse, ya sea retardando el proceso de mitosis o destruyendo las células. Este tipo de alteraciones generalmente impide el crecimiento normal de la raíz, y por tanto su elongación (Castillo, 2004).

El bioindicador *Allium Sp.* fue sometido a varios ensayos de Prueba *Allium* para

varios ensayos de Prueba *Allium* para realizar completamente el Ensayo Cometa, por lo que primeramente se establecieron las condiciones del bioensayo y posteriormente se tendría la exposición de *Allium Cepa* en elutriados de suelos contaminados.

Al realizar los ensayos completamente se esperaban observar en las células de los meristemas las alteraciones, lo cual se representaría en imágenes de células en forma de cometas, sin embargo debido al tiempo, se alcanzó a determinar la técnica del corte de raíces y la definición de soluciones a utilizar durante el Ensayo Cometa.

DESCRIPCIÓN

El procedimiento **Prueba *Allium*** (*Allium Test*) es un bioensayo que permite determinar la toxicidad total y genotoxicidad de diferentes agentes tóxicos o contaminantes como los metales (Gosh et al., 2010) y en combinación con el **Ensayo Cometa** (*Comett Assay*) prueba ampliamente utilizada para detectar el daño *in vitro* o *in vivo* causado al ADN por agentes genotóxicos en células individuales, que se caracteriza por ser un método sensible, rápido, sencillo, de bajo costo y aplicable a varios tipos de células, (Cuevas et al., 2012) son en conjunto procedimientos aplicables para la evaluación de suelos contaminados.

En el laboratorio de toxicología ambiental de la Coordinación para la innovación y la aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACyT) se realizan análisis de suelos contaminados por metales, ejemplo de ello es el cerro San Pedro, SLP. Fig. 1, de donde se obtuvieron muestras, para exponer a *Allium Sp* en elutriados contaminados posterior a obtener el procedimiento que se realizó.



Figura 1 Zona de muestreo, suelos contaminados del cerro de San Pedro, SLP.

METODOLOGÍA

Mediante *Allium Test* se prepararon los organismos desde su germinación hasta la forma de corte de raíces para continuar con Comett Assay en donde se observaron las células. Las etapas del procedimiento son: germinación de bulbos de cebollas, obtención de células, fijación con agarosa en un portaobjetos, introducción de células en solución lisis, con la finalidad de romper su membrana celular, desenrollar el ADN en una solución amortiguadora, realizar la electroforesis y determinación del daño al material genético.

En esta fase del proyecto el objetivo fue conocer el procedimiento correcto para

observar las células de *Allium cepa*, por lo tanto se procedió a probar técnicas y hacer modificaciones hasta encontrar las células.

Se realizaron tres pruebas; el 9, 11 y 16 de julio de 2013, según las indicaciones del Laboratorio de Ecotoxicología y Departamento de Química Ambiental (Laboratory of Ecotoxicology and LCA Department of Environmental Chemistry, n.d), iniciando con la germinación de los bulbos de cebolla en agua de la llave en tubos falcón durante 48 horas Fig. 2.



Figura 2 Técnica de *Allium test*, germinación de las cebollas.

Después de 48 horas de germinación se procedió a lo siguiente:

Sobre una charola se colocaron 4 cajas Petri; en dos se agregaron 200µl del buffer Tris pH 7.5, y en dos Solución nuclear PBS, DMSO Y EDTA.

Para la primera prueba se cortaron las raíces con cuidado usando un bisturí clínico, dentro del buffer, unas raíces fueron rebanadas y otras picadas, durante la segunda prueba y tercera únicamente se rebanaron, pues se observaron mejores resultados mediante esta técnica. Las cajas Petri se mantuvieron inclinadas en hielo para que el núcleo fuera

recogido en el buffer. Al mismo tiempo la agarosa de bajo punto de fusión se mantuvo a baño maría. En tubos eppendorf se añadieron 100µl de la suspensión nuclear y 100µl de agarosa los cuales se mezclaron suavemente mediante pipeteo repetido usando un corte de punta en la micropipeta, rápidamente se agregaron 75µl al portaobjetos y se colocó el cubreobjetos cuidando de no formar burbujas.

Al terminar todas las laminillas (4 de cada buffer) se metieron 5 y 8 minutos (en diferentes tiempos) al refrigerador a 4°C, se retiraron y nuevamente se agregaron 75µl de agarosa para colocar nuevo cubreobjeto e introducir las al refrigerador otros 5 y 8 minutos. Al transcurrir el tiempo, se observó el secado y se introdujeron en la solución de electroforesis (1mM Na₂EDTA y 300 mM NaOH, Ph>13) durante 30 minutos. Los núcleos se incubaron para que el ADN se desenrollara. Al concluir el tiempo las laminillas fueron retiradas con pinzas de la cámara y secadas con papel. Mediante una pipeta Pasteur se les agregó Trisma base 0.4 M y Etanol, Fig. 3, al secar fueron guardadas en el porta laminillas.

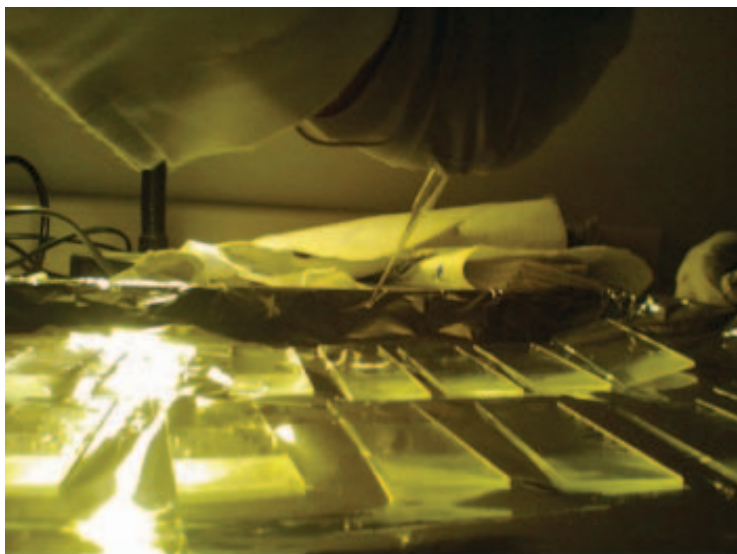


Figura 3 Laminillas con células de Allium Cepa.

Previo a la observación con el microscopio de fluorescencia, en cada laminilla se añadieron 25µl de Bromuro de Etidio para luego colocarles un cubreobjeto.

Al comprobar que con estos pasos se observaron células de Allium Cepa, se prosiguió a completar el procedimiento de Comett Assay, probando dos técnicas.

Se elaboraron dos soluciones de Lisis:

- a) Para buffer Tris pH 7.5: NaCl 2.5 M, Na₂EDTA 100mM, Tris 10mM, NaOH 1%, Tritón 100x, DMSO 10% (Chakraborty, 2008).
- b) Para buffer suspensión (1% PBS 10X, 1% DMSO, 5 mM EDTA): NaCl 2.5 M, Na₂EDTA 100mM, Tris-HCl 10mM; pH 10.3 (Geremias, 2010)

La solución de electroforesis fue la misma para las dos, descrita anteriormente. Se utilizaron 8 bulbos de cebolla, una para cada caja Pettri. El proceso de la obtención de núcleos continuo de igual forma. Después de agregar la solución nuclear a la laminilla se introdujeron por 10 minutos en refrigeración en lugar de 8. Al término de la refrigeración se procedió a realizar lisis y 8 laminillas por tipo de buffer fueron colocadas en la cámara de electroforesis (se realizó en un cuarto oscuro), incubación de 15 minutos a 25V y 300mA Fig. 4, la neutralización se realizó con Trisma 0.4 M, por duplicado esperando 5 minutos para cada una, al igual que con etanol, durante la observación se encontraron los resultados descritos en la tabla 1.

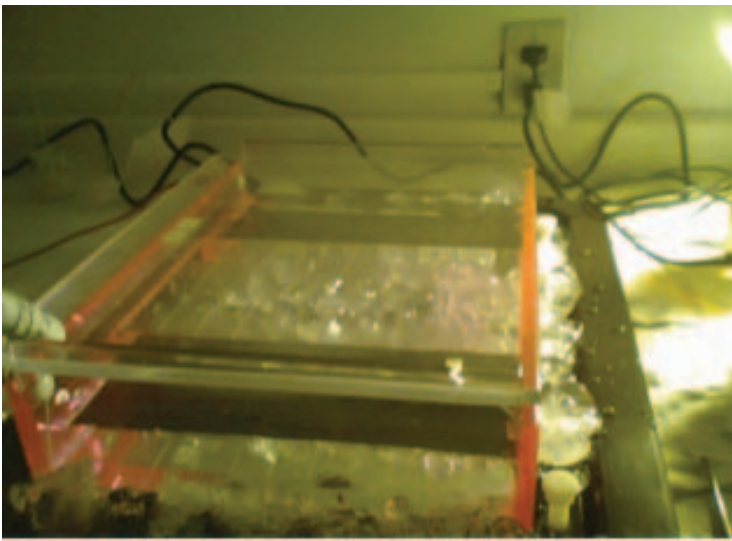


Figura 4 Cámara de electroforesis con solución.

RESULTADOS

En la primera prueba durante la observación se encontraron células nucleadas en forma de hojuelas, tejidos de raíz y artefactos en su mayoría.

En la segunda se encontraron mayor número de células nucleadas en forma de hojuelas, tejidos de raíz y artefactos.

Tabla 1 Observaciones tercera prueba 16 de julio de 2013.

| Observaciones | Tipos de Buffer | |
|---------------|-----------------|------------------------------------------|
| | Buffer pH 7.5 | Suspensión 1% PBS 10X, 1% DMSO, 5mM EDTA |
| Circulares | 11 | 17 |
| Nubes | 7 | 1 |
| Artefactos | 59 | 84 |

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Allium test no presenta cambios en su metodología, para Ensayo Cometa se comprobó que la mejor forma de obtener las células es rebanando las raíces, en la última

prueba realizada los mejores datos son obtenidos usando como buffer la suspensión compuesta por 1% PBS 10X, 1% DMSO, 5 mM EDTA como lo describe Geremias (2010).

La mejor forma de corte es por rebanado al obtener menos artefactos y más células de Allium cepa, esto se debe a que durante el picado las células son destruidas.

En la segunda ejecución se sometió a prueba la homogeneización necesaria para mezclar la suspensión celular antes de ser colocadas en la laminilla, teniendo mejores resultados al pipetear diez veces en comparación a cinco, se propone intentar ocho pipeteos.

En la tabla 1 se observa que se obtuvieron más células normales con el buffer de PBS, EDTA Y DMSO, sin embargo en el buffer Tris pH 7.5 también se encontraron nubes, lo que indica presencia de células también, aunque no bien definidas.

CONCLUSIÓN

Durante la realización de las pruebas fue muy importante observar el comportamiento de las cebollas, durante su germinación y el tiempo en que permanecen las soluciones aptas para ser usadas, esto para que los resultados sean los deseados.

Así también uno de los pasos principales es el corte de las raíces de la cebolla, los cuales son mejor en rebanadas sumamente delgadas, pues al utilizarlo con la suspensión PBS, EDTA Y DMSO se notó mayor rendimiento, lo cual se atribuye al alto contenido de sales que permiten la salida de material intracelular.

Actualmente continúan las pruebas para obtener mayoría de células visibles en el microscopio y con ello

observar células en forma de cometas, que con el presente estudio no pudieron obtenerse.

FUENTES DE CONSULTA

-Castillo, G. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con *Allium Cepa* L. mediante la evaluación de la inhibición del crecimiento promedio de raíces de cebolla. En Díaz, M., Ronco, A., Pica, Y. (Eds.). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. (pp) 37-43. México: IMTA.

-Chakraborty, R., Mukherjee, A., Mukherjee, A., (2008) Evaluation of genotoxicity of coal fly ash in *Allium cepa* root cells by combining comet assay with the *Allium* test. Springer Science, Junio, 351-357.

-Cuevas, M., Espinoza, G., Ilizaliturri, C., Mendoza, A., (2012) Ensayo Cometa en Fauna Terrestre. En González, D., Espinoza, G., Ilizaliturri, C., Mejía, J., Jasso, Y., Díaz, F. (Eds.) Métodos ecotoxicológicos para la evaluación de suelos contaminados con hidrocarburos. (pp) 107-108. México: INE-SEMARNAT.

-Geremias, R., (2010) Efficacy assessment of acid mine drainage treatment with coal mining waste using *Allium Cepa* L. ELSERVIER, 2-8.

-Gosh, M., Paul, J., Sinha, S., Mukherjee, A. (2010). Comparative evaluation of promutagens 0-PDA, m-PDA and MH for genotoxic response in root cells of *Allium Cepa* L. Springer Science, Diciembre, 45-46.

-Onion (*Allium cepa*) genotoxicity test, (n.d). Laboratory of Ecotoxicology y LCA Department of Environmental Chemistry, ICT Prague.

-Ortega, N. (2012). Asociación entre la fracción bioaccesible y la bioacumulación en algunas especies vegetales que crecen en el cauce del arroyo de San Pedro. Tesis para obtener el grado de maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, SLP, México. (P)182.

-Souza, R., Cappi, T., Ferrão, V., (2013). Investigation of Sensitivity of the *Allium cepa* Test as an Alert System to Evaluate the Genotoxic Potential of Soil Contaminated by Heavy Metals. Springer Science, Febrero, 1-10.



PRESENCIA DEL PEZ DIABLO EN EL SISTEMA LAGUNAR: CATAZAJÁ CHIAPAS

Claudia Marissa Díaz Silvestre
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

El pez diablo mejor conocido como “limpia peceras” pertenece a la familia de los Loricariidae, originario de la cuenca del río Amazonas en Brasil. Actualmente los peces diablo son considerados una especie exótica invasora, por ser organismos que han sido introducidos a un ecosistema fuera de su área de distribución natural y cuyas características les confieren la capacidad de colonizar, invadir y persistir en ambientes específicos y, en consecuencia, causar daños al ambiente (Mendoza, 2011). Han tenido una distribución notable por América del Norte siendo identificados en Canadá, Estados Unidos y México. Al ser peces “básicos” en el comercio para acuarios en estos tres países, existen fuertes posibilidades de introducción de la familia Loricariidae por esta ruta (Alfaro, 2009).

Se ha identificado la presencia del pez diablo en medios silvestres como consecuencia de las liberaciones por acuaristas; en la república de Canadá se tienen registros importantes de estos ejemplares en áreas específicas como lo son: el lago Erie, de la cuenca occidental, el arroyo Duffins en Ontario, el río Sydenham en Ontario y el arroyo Shawingan en isla de Vancouver. En el territorio de Estados Unidos pueden percibirse en: Hawaii, Texas, Florida, Nevada y los Ángeles. Finalmente en México principalmente en la presa el

Infiernillo y en las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta (Fig. 1) (Alfaro, 2009).

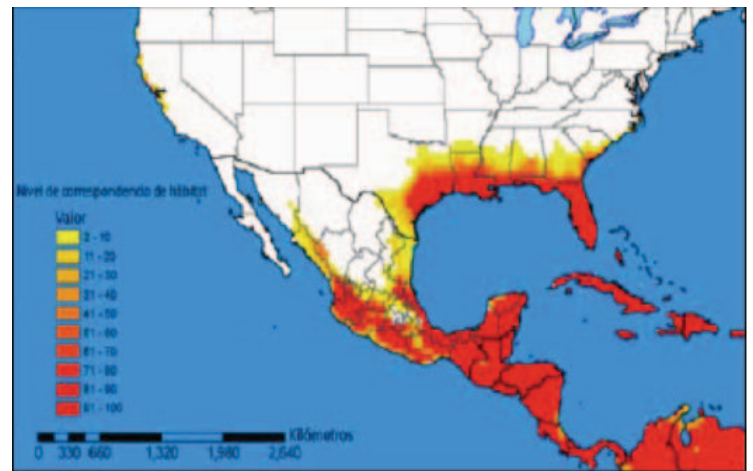


Fig.1.- Distribución de los Loricariidae por Norte América (Alfaro, 2009).

En territorio mexicano se calcula que hay alrededor de diez millones de peces importados para el comercio en acuarios (INEGI, 2005). De éstos, 20 especies pertenecen a la familia de los loricáridos, lo que representa 5 % del total de importaciones o unos 500,000 peces al año (Alfaro, 2009).

Por su parte en el estado de Chiapas actualmente la presencia de este pez es una realidad identificándose en las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta, en algunos sistemas lacustres como los son: el Sistema Lagunar Catazajá y la laguna de Medellín, en sistemas lóticos de los municipios de Ocosingo, Palenque, La Libertad, Comitán y Pichucalco.

Para la región de Catazajá y La Libertad, las especies de Loricáridos presentes son *Pterygoplichtys pardalis* y *P. disjunctivus* (Govinda-Das, 2010). Su abundancia en la región ha provocado fuertes impactos económicos y ambientales, ya que su aparición se asocia con la disminución de especies de peces endémicos de importancia económica.

Con lo anterior, surgen propuestas de abatimiento que permitan el aprovechamiento del pez diablo ya sea de forma directa o indirecta, al contar con antecedentes que pueden ser utilizados en gran variedad de procesos industriales y que las proteasas tienen un uso muy amplio en el sector alimentario, farmacéutico, y en la industria de los detergentes entre otros (Gálvez-Rongel et al., 2011).

SISTEMA LAGUNAR CATAZAJÁ CHIAPAS

El sistema lagunar Catazajá, se localiza al noreste del estado de Chiapas, limitando al norte con el estado de Tabasco y al sur con el municipio de Palenque, cuenta con la declaratoria de Área Natural Protegida desde el año de 1996 a nivel estatal, por albergar a un número importante de especies endémicas tanto de flora como de fauna, con declaratoria de zona sujeta a la conservación (CONAGUA, 2012).

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional conocida como RAMSAR considera a este Sistema Lagunar dentro del listado de los humedales de importancia para la conservación y el uso racional de los recursos, mediante acciones locales y nacionales (RAMSAR, 2007).



Fig.2.- Laguna Grande Catazajá, Chiapas.

Se encuentra ubicado al noreste de Chiapas en el municipio del mismo nombre limitada al norte con el estado de Tabasco y al sur con el municipio de Palenque. A una altura de 10 metros sobre el nivel del mar con clima Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y Temperatura media anual 26.4°C, la precipitación anual es de 2,322 milímetros anuales.

PEZ DIABLO

Procedente de la cuenca del Amazonas llegó a México como pez de ornato para acuarios, considerado como una especie exótica invasora de alto impacto por sus características físicas, morfológicas y de comportamiento.



Fig.3.- pez diablo; Boca en forma de ventosa.

Se distingue por tener una coraza de placas óseas, que se extiende entre hileras a lo largo de toda su superficie dorsal, con un vientre plano cuya superficie es más grande que su altura. Todas la especies poseen una boca subterminal en forma de ventosa (Fig.3) con la que succionan materia orgánica y algas del sustrato de ahí el nombre de “limpia peceras” (ALFARO, 2009) misma que les ayuda a fijarse al sustrato y mantenerse estables cuando hay presencia de fuertes corrientes de agua en ambientes naturales.

Son de reproducción precoz las hembras pueden producir de 500 a 3,000 huevecillos dependiendo de la especie y talla. Alcanzan un tamaño promedio de entre 30 y 50 cm, tienen un comportamiento agresivo y son muy territoriales con hábitos nocturnos al contar con ojos que le permiten ver con poca luminosidad, tienen la facilidad de adaptabilidad para subsistir en aguas limpias como contaminadas (Alfaro, 2009), son capaces de sobrevivir fuera del agua y respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia (privación del suministro adecuado de oxígeno) al contar con un estomago vascularizado (que contiene gran cantidad de vasos sanguíneos) que funciona como un pulmón, permitiendo su disecación por varios días (CONABIO, 2007). Se alimentan principalmente de los detritos de fondo y algas bentónicas pero también de larvas de insectos, gusanos y varios animales acuáticos.

PROBLEMÁTICA

La presencia del pez diablo en un Área Natural Protegida como el caso del Sistema Lagunar Catazajá, representa un alto impacto sobre la población de especies endémicas que se ven desplazadas y disminuidas en cantidades al no poder completar el círculo de reproducción por la ingesta accidental de

sus huevecillos.

El comportamiento agresivo, territorial sumado a su alta tasa reproductiva son factores sobresalientes y notorios en la rápida distribución que han tenido a lo largo de este Sistema Lagunar, estableciéndose sin control y convirtiéndose en un problema significativo a nivel socioeconómico y ambientalmente.

La reproducción de especies aprovechables y reconocidas económicamente para la comercialización han disminuido considerablemente en esta zona, situación que los pescadores han hecho saber al querer una solución u alternativa que permita controlar al pez diablo. Actualmente por cada red colocada en un lapso de tiempo de una hora y media se recolectan alrededor de 20 peces diablo y 4 peces aprovechables (Fig.4).



Fig.4.- Peces colectados durante una hora de pesca, laguna Grande Catazajá.

Por su coraza dura y con espinas rompe con mar frecuencia las redes obligando a los pescadores a cambiarlas de forma frecuente, al tratar de liberarlos de las redes las espinas lastiman las manos de los pescadores dejándolas en pésimas condiciones (Fig5).



Fig.5.- manos de pescador lastimadas.

Al no tener un aprovechamiento tan reconocido son desechados a los márgenes de la laguna provocando malos olores y atrayendo fauna nociva como moscas y gusanos.

Actualmente los impactos socioeconómicos y ambientales en el Sistema Lagunar Catazajá no están siendo controlados.

COMENTARIOS

La presencia del pez diablo en aguas naturales, es un problema que se acentúa a nivel nacional por su persistencia ante otras especies de importancia alimenticia, por las afectaciones que generan en los ecosistemas y a la falta de alternativas efectivas y seguras que permitan controlar a esta especie.

La Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) ha realizado programas que promueven la captura del pez diablo para el consumo humano o su utilización comercial en diversos sectores productivos del país. Se han llevado a cabo estrategias con los sectores público y privado para explotar esta especie, cuya carne presenta un alto valor nutricional rico en aceite Omega 3; se puede consumir en ceviche, frito, empapelado o en caldos. Transformado en harina, el pez diablo presenta una alta calidad biológica, por lo que puede ser

utilizada como ingrediente proteico en la formulación de dietas acuícolas. No obstante, para llevar a cabo estas medidas de abatimiento del pez diablo, es necesario evaluar previamente, la inocuidad de todos los productos con los que son alimentadas estas especies comerciales y que por su consumo pueden llegar a la población humana mediante su consumo.

Por esta razón es necesario evaluar la presencia de contaminantes en el tejido de pez diablo, para que el sustento científico contribuya en la toma de decisiones en las medidas y estrategias de abatimiento de esta especie invasora y como parte de la vigilancia ambiental para la prevención del riesgo de exposición por el consumo de alimentos contaminados.

REFERENCIAS

- CONABIO.2007. Los peces diablo: especies invasoras de alto impacto. Biodiversitas 70:1-5 Pp.
- Gálvez-Rongel et al., 2011.Efecto del almacenamiento sobre la estabilidad de proteasas de vísceras de pez diablo (*Hypostomus plecostomus*). 36: 625-629 Pp.
- Govinda-Das, H. L. 2010. Biología reproductiva de la especie exótica invasora *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes: Loricariidae) en los humedales de La Libertad (sitio RAMSAR No. 79), Río Usumacinta, Chiapas, México. Tesis de Maestría. ECOSUR. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 103 Pp.

- Mendoza- Alfaro et al.2009. Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas invasoras. Secretaria de la Comisión para la Cooperación Ambiental. 25,28,30,31,33.
- Mendoza-Alfaro. 2011. La evaluación de riesgos por especies acuáticas exóticas invasoras: una visión compartida para Norteamérica. Ciencia Pesquera. 19:65-75 Pp.
- Weber, C. 1991. Nouveaux taxa dans *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Reveau Suisse de Zoologie. 98: 637-643 Pp.



EL MEDIO AMBIENTE EN EL SECTOR RURAL Y URBANO

Ilse Berenice Pérez Hernández
Mayra Iveth Quiñonez Cisneros
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

¿Cómo interactúa la sociedad y el medio ambiente?

La humanidad ha mantenido una fuerte relación con la naturaleza, de ella se ha obtenido, alimento, combustible, medicamentos y materiales diversos, además de materias primas para la fabricación de vestido, vivienda u otro tipo de infraestructura. Sin embargo, a pesar del valor que tiene para la sociedad el capital natural, la visión utilitaria del entorno ha ocasionado que bosques, selvas y otros ecosistemas naturales hayan sido transformados intensamente a tierras ganaderas, agrícolas y zonas urbanas; que el agua de los ríos, lagos y mares se encuentre contaminada y sus recursos pesqueros sobreexplotados; que enormes cantidades de desechos sólidos o líquidos se depositen directamente en el suelo o el agua y que por la quema de combustibles fósiles se emitan grandes cantidades de gases a la atmósfera. Todo ello ha provocado, además de la degradación ambiental, afectaciones importantes a la población humana (1).



Figura 1. La población y el medio ambiente.

Marco teórico

La población en México se divide en dos grupos, y es el número de habitantes que tiene una población quien determina si esta es rural o urbana. Una población se considera rural cuando tiene menos de 2500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2500 personas (2).

En 1950, poco menos de 43 % de la población en México vivía en localidades urbanas, en 1990 era de 71 % y para 2010 esta cifra aumento a casi 78 % (INEGI, 2010).

El porcentaje de personas que habitaban en comunidades rurales ha disminuido. En 1950 representaba poco más del 57% del total de la población del país; en 1990 era de 29% y para el 2010, esta cifra disminuyó hasta ubicarse en 22%. (2).

Porcentajes de personas

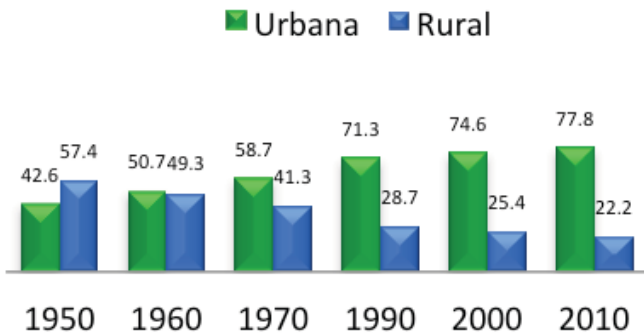


Figura 2. Porcentaje de personas en diferentes años.

Esto significa que a lo largo del tiempo México pasó de ser un país predominante rural a uno urbano.

Las actividades económicas son parte esencial de la existencia de las sociedades, ellas permiten la producción de riquezas, el trabajo de los individuos y generación de bienes y servicios que garantizan el bienestar social.

Una de las formas en las que se ha evaluado la presión humana sobre el ambiente es a través de la llamada huella ecológica. Este indicador se puede interpretar como la demanda

humana sobre los ecosistemas en términos de la superficie utilizada para la producción agrícola, pecuaria, forestal y de zonas pesqueras, así como el área ocupada por la infraestructura y los asentamientos humanos y la requerida para absorber el bióxido de carbono liberado por la quema de combustibles (1).

En las zonas campesinas, en que la dotación de recursos naturales es abundante frente a la magnitud de población, el tipo de explotación a menudo no coincide con la demanda local, y se orienta a otros mercados que importan materia y energía de esos ecosistemas. Por la gran demanda externa, es común que sobrepase de la tasa de reposición natural de los recursos, ocasionando daños, a veces irreparables, a esas áreas y sus habitantes (3)



Figura 3. La huella ecológica.

A diferencia de la población rural, en la que hay mayor posibilidad de lograr una relación natural con el ecosistema, en los aglomerados urbanos esta posibilidad es baja, porque la concentración geográfica de la población, y por tanto de su producción y de su consumo, provoca una demanda de recursos naturales y de una generación de residuos inabsorbible para la mayoría de los ecosistemas (3)

En las zonas urbanas como rurales se pueden apreciar la contaminación del agua, suelo y aire. (4).

El agua además de ser indispensable para la vida, la empleamos en nuestras actividades diarias, la agricultura, industria, en general para el funcionamiento y desarrollo de nuestra sociedad. Entre los principales contaminantes el sector rural son los desechos producidos por las actividades industriales, como son la industria azucarera, la química, la petrolera, la metalurgia, y la que procesa el papel, las cuales afectan la calidad del agua (5).

Otra fuente de contaminación al agua muy importante son los desechos que se originan por las actividades agropecuarias, principalmente agroquímicos (como los fertilizantes y plaguicidas) que son arrastrados por el agua hacia los ríos

y lagos, así como el agua que se desecha de las granjas donde se cultivan peces y camarones. Esta lleva una gran cantidad de nitratos y fosfatos que provocan la eutrofización. (4)

La contaminación del aire es otro de los problemas que preocupan a la población, aunque no solo tiene origen en la industria o nuestros hogares o autos, sino también de manera natural con las erupciones volcánicas. Entre los principales contaminantes relacionados son el bióxido de azufre (SO₂), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el ozono (O₃). (6)

La sociedad humana produce cada vez más desechos. Los desechos sólidos comerciales y domésticos representan un gran problema para las autoridades locales. Por su parte los residuos industriales suelen tener un volumen mucho mayor, pero pueden contener materiales peligrosos, lo cual genera una preocupación pues se entiende que suponen un peligro para la salud y constituyen un riesgo de contaminación ambiental. (7)

Discusión

El crecimiento de la población ocasiona una demanda mayor de recursos, y que para satisfacerla se hace necesario que las superficies

antes ocupadas por diferentes ecosistemas sean sustituidas por terrenos dedicados al cultivo, a la ganadería o cualquier otra actividad productiva.

La división de la población por sectores (rural y urbano), es una manera como la sociedad puede dividirse las diferentes actividades que permitan satisfacer sus necesidades desde la obtención de alimentos hasta los servicios básicos. Probablemente la división de la población no es la principal causa del aumento de la contaminación, si no que la cultura y los valores repercuten en la forma de vida de la población.

El consumo responsable es uno de los hábitos que necesita implementar la población, esto es que debemos consumir solo aquellos productos o servicios que en verdad necesitamos, prefiriendo aquellos que tengan un menor impacto en el ambiente.

Un manejo sustentable de los recursos naturales y fomentar una cultura y educación ambiental contribuye a la conservación de la naturaleza y la vida humana.

Referencias

1. Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente

en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013.

2. INEGI. Volumen y crecimiento. Población total según tamaño de localidad para cada entidad federativa, 2010.
3. PNUMA (2011). Seguimiento a nuestro medio ambiente en transformación: de Río a Río+20 (1992-2012) División de Evaluación y Alerta Temprana (DEWA), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Nairobi.
4. Gutiérrez B. la ingeniería ambiental en México. 2001. Ed. Limusa. Pag. 9-30.
5. Semarnat. ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. Semarnat. México. 2007
6. Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.
7. Tee L. Guidotti y Chen Weiping (S/F).
8. Población, medio ambiente y territorio en la perspectiva del desarrollo sustentable.

SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Eliezer Noel Arango
Martín Alejandro Morales Martínez
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

Se define como gestión a la acción y el efecto de administrar, es decir el conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa (Gross, 1986).

De acuerdo con Sinergia (1994), un sistema de gestión medioambiental (SGMA).- Es un instrumento de carácter voluntario dirigido a empresas u organizaciones con deseos de alcanzar un alto nivel de protección al medio ambiente.

La implementación de un SGMA se debe a que la empresa trata de combinar la protección del medio ambiente con sus propios intereses económicos sin desequilibrar la balanza hacia la obtención de beneficios. El establecimiento de un SGMA ayuda a la empresa a identificar, analizar y controlar los aspectos medioambientales derivados de sus actividades, al tiempo que permite su desarrollo y su crecimiento económico.

Todo SGMA debe incluir tres fases generales fundamentales:

1. Establecimiento de una política corporativa medioambiental, que señale los objetivos basados en el conocimiento del impacto potencial de las actividades de la empresa sobre el medio ambiente.
2. Seguimiento periódico y sistemático del estado actual de la organización medioambiental de la empresa, con revisión de los objetivos definidos e identificación de opciones para mejorar dicho estado.
3. Diseño y desarrollo de un plan estratégico medioambiental para poner en marcha los cambios que sean necesarios, incluyendo el control del éxito de cualquier iniciativa y las revisiones de su validez.

Una empresa que quiera implantar un SGMA tiene dos posibilidades:

- Implantar el SGMA siguiendo o no una norma, sin solicitar ningún reconocimiento.
- Implantar el SGM siguiendo una norma y solicitando un reconocimiento (certificación, verificación y revisión).

La primera norma sobre SGMA fue la Norma British Standard Institution (BS) 7750, desarrollada por la BS, en el Reino Unido, se aprobó experimentalmente en 1992 a partir de la cual se han desarrollado las normas actualmente existentes (Hunt, 1998).

Según Sedánez y Angulo (1999) en su Manual de Gestión medioambiental de la empresa, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) aprobó una norma internacional sobre SGMA, la Norma ISO 14001:1996, Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización; Así mismo, la Comisión Europea encargó al Comité Europeo de Normalización (CEN) la elaboración de una Norma Europea (EN) sobre SGMA. La decisión de este comité fue la de no elaborar ninguna norma propia, debido a la existencia del Reglamento Europeo y de la Norma ISO 14001.

En 1997 la Norma ISO 14001 fue aprobada íntegramente por el CEN como norma europea (Norma EN ISO 14001:1997); todo esto hace que en la actualidad, existan dos vías para la implantación y para la certificación de los SGMA:

- Reglamento Europeo (EMAS)
- Norma UNE-EN ISO 14.001

Por otro lado para Almeida (2003), los objetivos del SGMA son:

- Verificación de la conformidad legal.- El SGMA debe garantizar el cumplimiento de la legislación medioambiental vigente, tanto en el ámbito local como en el autonómico, en el nacional y en el internacional.
- Diseño de la política y de los procedimientos.- El SGMA debe identificar, interpretar, evaluar y prevenir los efectos medioambientales derivados de la actividad, gestionando los riesgos en los que la organización empresarial incurre como consecuencia de aquellos.
- Establecimiento de la organización.- El SGMA ha de determinar el volumen de recursos y la cualificación del personal apropiado en función de los riesgos medioambientales existentes y de los objetivos medioambientales marcados por la organización empresarial.
- Mejora interna.- La mejora interna de la empresa en este aspecto es el punto más importante, pues trata de remodelar y de actualizar conceptos y acciones a nivel interno, reestructurando su organización en base a los aspectos medioambientales significativos derivados de su actividad, con

efectos sumamente positivos sobre el medio ambiente, sobre el rendimiento de la empresa y, en muchos casos, con un ahorro considerable de costes.

- Promoción externa.- La implementación de un SGMA y su reconocimiento por un organismo certificador, son elementos que inducen una mejora en las relaciones externas de la organización empresarial, incrementando su red de clientes.
- Obtención de la certificación de gestión medio ambiental.- La certificación es el marchamo final con el que se demuestra la eficacia del desarrollo del SGMA, con ventajas comerciales claras.

Las Fases generales del SGMA de acuerdo con Sedánez y Angulo (1999), Sea cual sea el programa escogido para la implantación y para la certificación, todos los SGMA constan de cuatro grandes fases generales:

- Planificación.- es el desarrollo de las metas y de los objetivos medioambientales, el establecimiento de las estrategias para alcanzarlos y la preparación de los recursos para llevar a cabo. La planificación marca el rumbo medioambiental de la organización,

y configura la política empresarial en materia de medio ambiente.

- Organización.- Es el establecimiento de la estructura organizativa (funciones, responsabilidades y autoridad) capaz de coordinar eficazmente los recursos asignados al SGMA.
- Aplicación.- Es la puesta en práctica del SGMA establecido.
- Control.- Es el marco necesario para mejorar el SGMA, establecido en base a la identificación de los errores cometidos y para evitar que la organización se desvíe de los objetivos y de las metas medioambientales fijados previamente. Los elementos clave de esta fase son la evaluación de los resultados obtenidos, la determinación de las acciones realizadas, el diagnóstico de nuevos problemas y el establecimiento y desarrollo de medidas correctas. Asimismo, juegan un importante papel las auditorias medioambientales del SGMA.

Conclusión

Un SGMA es aplicado a la empresa que lo solicita voluntariamente, para poder trabajar y entregar su producto, sin que el proceso de construcción del mismo afecte el medioambiente; estos sistemas ocupan procesos con los cuales es

calificada la empresa para obtener un nivel de calidad. En suma, los SGMA son instrumentos de autoevaluación para las empresas, que concientes de su problemática ambiental, toman medidas, siempre encaminada a disminuir sus efectos negativos sobre el medio, la disminución o mejor utilización de los recursos, lo que repercute en más ganancias, simpatía y aceptación social. Por otro lado las empresas que cuentan con un SGMA, generalmente no tienen complicaciones para realizar auditorías ambientales (Montes, 2005), siendo más fácil obtener certificado de acreditación si así lo solicita la empresa.

Bibliografía

1. Sedánez Calvo, M., Angulo Aguado, I., (1999) MANUAL DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LA EMPRESA Sistemas de gestión medioambiental, evaluaciones de impacto ambiental y otras estrategias. Ed. Mundi-prensa 2da edición.
2. Pequeño Larousse ilustrado García-Pelayo y Gross R., (1986) Ed. Larousse México D.F.
3. Marques de Almeida J. J., (2002), Gestión medioambiental y auditoría, Universidad Nacional Autónoma de México. Ed. Trillas 2da edición.



AUDITORÍA AMBIENTAL

Valeria Hernández León
Erick Severino Sánchez Gordillo
Daniel Guadalupe Pérez Solís
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

Las Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) 14000 ponen mucho interés en la importancia de las auditorías como una herramienta de gestión para el seguimiento y la verificación de la implementación eficaz de una política de organización del medio ambiente. Según la norma ISO 14001: 2004, se puede definir auditoría como un “proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios” (Cordero, 2012).

Las auditorías ambientales son auditorías realizadas sobre el cumplimiento de normas de gestión medioambiental. En términos un poco más sencillos la auditoría ambiental es una actividad de análisis que, partiendo del punto inicial de recabar información, la evalúa para determinar posibles errores, establecer pautas para corregirlos. De ningún modo una auditoría se debe de ver como un “proceso policial”, si no como un proceso técnico, en el cual el auditado

tiene que ver siempre la parte positiva de recibir información sobre el funcionamiento de la empresa (ECA, 2006).

El éxito y la eficacia de una auditoría dependen de la cooperación de todas las partes involucradas.

En México La ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) contemplan en su artículo 38 como instrumentos de la política ambiental, a las auditorías ambientales.

Son mecanismos legalmente aprobados para apoyar y reconocer los esfuerzos voluntarios de productores u organizaciones empresariales, mediante un certificado ambiental otorgado por la Procuraduría Federal De Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), a fin de lograr el cumplimiento de la legislación ambiental con la normatividad correspondiente y las metas o beneficios a los que se comprometieron a superar en materia de protección ambiental. (PROFEPA, 2007).

Auditoría Ambiental

Según la PROFEPA (2007), es un método que evalúa los procesos de

una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operaciones e ingeniería, es por vía voluntaria, promueve la identificación de oportunidades de mejora, así como también la instrumentación de proyectos que reducen la contaminación e incrementan la competitividad, su finalidad es conocer y examinar la situación que guarda la empresa, identificar áreas de oportunidad para hacer ajustes y correcciones en donde existan condiciones que dañen o puedan afectar el ambiente, promoviendo la mejora del desempeño ambiental de la instalación.

Las auditorías ambientales revisan dos aspectos; el cumplimiento de la ley y de la implementación de buenas prácticas ambientales, se otorga un certificado ambiental cuando las instalaciones de la empresa operen en óptimas condiciones.

La auditoría ambiental por su parte, como herramienta técnica, identifica las áreas ambientalmente críticas de una instalación empresarial y sus procesos, permitiendo formular soluciones técnicas y de gestión apropiadas.

Es una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la efectividad de las acciones realizadas para cumplir con la legislación ambiental y lograr un desempeño superior al exigido por la misma, debe de ser independiente y capaz de identificar los problemas presentes y futuros. Los puntos básicos de una auditoría son la obtención de información ambiental, la evaluación de ésta y el establecimiento de conclusiones que incluyan la identificación de aspectos que deban ser mejorados.

Etapas de la auditoría ambiental:

Primera.- Planeación de la Auditoría Ambiental

Existen trámites para que las instalaciones obtengan su certificado, cada una de ellas exige cumplir tiempos y requisitos distintos.

Trámite PROFEPA-02-001 Donde se Obtiene un Certificado Ambiental (Obtención de un Certificado Ambiental)

Modalidad A: Auditoría ambiental previa a la solicitud, sin plan de acción.

Modalidad B: Auditoría ambiental posterior a la solicitud, sin plan de acción.

Modalidad C: Auditoría ambiental

posterior a la solicitud, con plan de acción.

Trámite PROFEPA-02-002, Solicitud para la Renovación de un Certificado Ambiental.

Modalidad A: Renovación por informe de diagnóstico ambiental

Modalidad B: Renovación por reporte de desempeño ambiental

Segunda.- Ejecución de la Auditoría Ambiental (Trabajos de Campo y Gabinete):

1) El auditor ambiental realiza un examen exhaustivo tanto de los procesos, como de las evidencias documentales, para verificar el cumplimiento a la normatividad ambiental (en las fechas convenidas en el Plan de Auditoría).

2) El auditor elabora un reporte en el cual se informa de los hallazgos detectados durante la auditoría en los rubros ambientales correspondientes a: Agua (potable y aguas residuales), emisiones a la atmósfera, residuos sólidos, residuos peligrosos, emergencias ambientales, riesgo ambiental, suelo y subsuelo, ruido, energía, recursos naturales, vida silvestre

Establece un Plan de Acción para el cumplimiento y corrección de dichos

hallazgos o áreas de oportunidad.

Tercera.- Post Auditoría:

1) Se firma una Carta compromiso o Convenio de Concertación con la PROFEPA, mediante el cual la organización auditada se compromete a dar cumplimiento al Plan de Acción.

2) Se entra en una etapa de seguimiento a los acuerdos convenidos en el Plan de acción, es decir, se llevan a cabo las acciones y actividades preventivas y correctivas para subsanar los hallazgos o áreas de oportunidad detectados en la auditoría.

3) Una vez cumplida la totalidad el Plan de Acción, se emite el certificado de industria limpia (o el que corresponda de acuerdo al giro de la organización), por un período de vigencia de dos años (se tiene que renovar). Es importante mencionar que basado en este proceso descrito anteriormente, se logra la obtención de la certificación ambiental, en sus diferentes modalidades:

- a) Certificado de Industria Limpia
- b) Certificado de Calidad Ambiental
- c) Certificado de Calidad Ambiental Turística

Existen tres tipos de beneficios al llevarse a cabo una Auditoría

ambiental.

Ambiental

a) Agua.- Calidad de la descargas de aguas residuales, uso y consumo para el caso de agua potable.

b) Aire.- Calidad de las emisiones totales descargadas a la atmósfera

c) Residuos peligrosos.- Control volumen generado, almacenamiento, tratamiento y disposición final.

d) Residuos sólidos. Control volumen generado, segregación, tratamiento (Reúso, Reciclaje, Reducción) y disposición final.

e) Energía.- combustibles en volumen (sólido, líquido y gaseoso), electricidad en consumo y carga contratada.

f) Suelo y subsuelo: Identificación de la calidad de contaminación de suelo y subsuelo y vías de remediación inmediatas a corto y a largo plazo.

g) Ruido ambiental: Calidad del impacto sonoro al entorno ambiental.

h) Riesgo ambiental. Identificación de factores de la peligrosidad y la vulnerabilidad ya sean individuales o

colectivos que pueden ser evaluados y prevenidos cuantitativamente. Con el fin de evitar contingencias ambientales de moderadas a graves.

Los beneficios ambientales cualitativos se pueden identificar como beneficios en:

1) Incremento en la eficiencia operativa.

2) Disminución de accidentes e incidentes en el trabajo.

3) Mejor aprovechamiento de bienes materiales, incluyendo materia prima.

Económicos

A) Primas de pago de seguros: Organizaciones que mantienen óptimos controles dentro de sus procesos y la actualización de programas de prevención de accidentes.

B) Ahorro por uso eficaz del consumo de energía eléctrica.

C) Ahorros por la reducción en el consumo de agua de abastecimiento y pagos por descargas.

D) Ahorros en la Deducción Inmediata de Bienes de Activo Fijo.

E) Mejora de la imagen pública y

comercial.

Sociales

Mejoría en su relación con la comunidad, al mismo tiempo que disminuye la cantidad de accidentes y el índice de gravedad de los mismos, lo cual, promueve una mejora en las relaciones laborales de la empresa con sus trabajadores.

Se impulsa y fomenta una cultura ambiental con el fin de concientizar la importancia del cumplimiento de mejora continua, prevención de la contaminación y cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Programa Nacional de Auditoría Ambiental

Es una serie ordenada de actividades necesarias para fomentar la realización de auditorías ambientales.

El ingreso al programa es de carácter voluntario al cual pueden adherirse las organizaciones productivas que así lo deseen con la finalidad no solo de ayudarse a garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación, si no mejorar la eficiencia de sus procesos de producción, su desempeño ambiental y su competitividad.

Objetivos

a) Mejorar el desempeño ambiental de los sectores económicos para que éste sea superior al exigido por la ley.

b) Está orientado a las empresas en operación, que por su ubicación, dimensiones, características y alcances pueden causar efectos o impactos negativos al ambiente o rebasar los límites establecidos en las disposiciones aplicables en materia de protección, prevención y restauración del ambiente.

Proceso de certificación:

Los aspectos técnicos que cubren las auditorías ambientales se dividen en dos:

- 1) Aspectos cubiertos por las normas ambientales.
- 2) Aspectos no normados ambientalmente

Este conjunto de medidas, conforman un plan de acción, en donde se precisan el tiempo y la forma en que se llevarán a cabo estas medidas. Se firma un convenio de concertación entre la empresa y la PROFEPA, en donde se establecen las actividades que la empresa deberá corregir, así como los plazos para su ejecución.

La ejecución asegura que en la instalación auditada se establezca los sistemas de prevención y control de contaminantes y se implementen las medidas necesarias para disminuir sus riesgos y optimizar sus procesos productivos.

Para verificar el cumplimiento del plan de acción, la procuraduría recurre nuevamente a los auditores ambientales y a visitas de su personal de oficinas centrales y delegaciones, así mismo la empresa está comprometida a presentar periódicamente reportes del plan de acción hasta el cumplimiento del mismo.

El equipo auditor

Según ECA (2008), el auditor es la persona cualificada para realizar auditorías ambientales. Para cada auditoría, este debe estar autorizado.

Auditado

Es la organización o entidad sobre la cual se realiza la auditoría, puede tratarse de una organización completa, determinados centros de fabricación o delegaciones comerciales. La figura del cliente y del auditado coincide en la misma organización o persona, cuando está, encargada a un tercero, una

entidad de certificación, a fin de obtener un certificado.

Tipos de auditorías

Según la ECA (2006) clasifica las auditorías en internas y externas, las auditorías internas son las realizadas con fines internos, por la organización o en su nombre, en cambio las externas son las realizadas por entes que tiene interés en la organización o por organizaciones auditoras independientes.

Dependiendo de los objetos perseguidos, es posible distinguir diferentes clases de auditorías medioambientales, están las auditorías de conformidad que permiten comprobar que el funcionamiento de la empresa se adapta y cumple la normativa vigente en materia de medio ambiente y las auditorías operacionales que además de considerar la responsabilidad potencial, tienen en cuenta las soluciones técnicas y jurídicas de protección medioambiental, sus costos e inversiones y sus ventajas.

Discusión

Tratando el tema de auditoría ambiental, se puede considerar como una herramienta que sirve a las personas físicas o morales para mejorar el desempeño en materia

ambiental, para mejorar los sectores vulnerables, refiriéndose a las condiciones con las que se operan, para formular soluciones técnicas y de gestión apropiadas que se puedan aplicar para el mejoramiento de los aspectos evaluados y obtener el certificado respectivo.

Existen también diferentes normas e instancias que regulan el proceso de auditoría y a la auditoría en sí, el artículo renombrado y el que se refiere a este proceso de auditoría ambiental es el artículo 38 de la LGEEPA.

Cabe destacar que este procedimiento no es obligatorio y se le puede considerar como un proceso técnico, al que se somete la empresa por parte voluntaria de parte del auditado, el cual tiene que ver siempre la parte positiva de recibir información sobre el funcionamiento de la empresa en lo ambiental, y así mejorar.

El hecho de realizar una auditoría ambiental, demuestra, de parte de la empresa auditada, su responsabilidad ambiental, para producir sin hacer un daño mayor al entorno.

Bibliografía

Cordero, P. (2002). Sistemas de

gestión medio ambiental: las normas ISO 14000. San José, Costa Rica: IICA.

ECA Instituto de Tecnología y Formación. (2007). Auditorías ambientales. Madrid, España: Fundación Confemetal

Procuraduría Federa de Protección al Medio Ambiente. (2013). [On-line]. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3934/1/mx/que_es_el_programa.html

Procuraduría Federa de Protección al Medio Ambiente. (2013). [On-line]. Disponible en:

http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-ne/2002-2004/sesiones_ordinarias/4a_sesion_2003/docs_presentados_pdf/profepa-audit-amb.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). [On-line]. Disponible en:

http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-ne/2002-2004/sesiones_ordinarias/4a_sesion_2003/docs_presentados_pdf/profepa-audit-amb.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). [On-line]. Disponible en:

http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet7726.html



La Facultad de Ingeniería a través de la Escuela de Ingeniería Ambiental



INVITA A SU XVI CICLO DE SEMINARIOS

Del 19 de Febrero al 21 de Mayo de 2014

Lugar: Auditorio de la Escuela de Ingeniería Ambiental

Horario: 9:00 a 11:00 a.m.

| FECHA | PONENTE | TEMA |
|---------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19 de Febrero | Dr. Raúl González Herrera (UNICACH) | Atlas de riesgos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas |
| 26 de Febrero | MC. Jorge Antonio Paz Tenorio (INEGI, UNICACH) | Evaluación del riesgo por remoción de masas en la ladera sur, caso Colonias Cueva del Jaguar y Lomas del Oriente |
| 5 de Marzo | Dr. Daniel Hernández Cruz (UNACH) | Mejorando las propiedades de fibras plásticas para concreto reforzado |
| 12 de Marzo | Dr. Jorge Luis Camas Anzueto (ITTG) | Sensores de fibra óptica para la detección de nitratos y oxígeno |
| 19 de Marzo | Dr. Sergio Mendoza Vázquez (UNACH) | Efecto Faraday en fibras ópticas |
| 19 de Marzo | Ing. José Luis Méndez Rodríguez (Egresado UNICACH) | Análisis de ciclo de vida, aplicación a biocombustibles en Chiapas |
| 26 de Marzo | MC Carlos Narcía López (UNICACH) | Sismotectónica del sureste de México |
| 2 de Abril | Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas (UNICACH) | Evaluación de la exposición a Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos |
| 9 de Abril | Ing. Leidy Laura Vera Castillejos (Egresada UNICACH) | “Laboratorios para la vida”, la ciencia y la labranza |
| 30 de Abril | MIMA. Luis Alberto Ballinas Hernández (UNICACH) | Distribución de competencias en la normatividad ambiental |
| 07 de Mayo | Dr. Williams Vázquez Morales (UNICACH) | Modelación de la meteorología urbana a meso y micro escala de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas |
| 14 de Mayo | Dra. Edna Iris Ríos Valdovinos (UNICACH) | Síntesis, caracterización y propiedades fotocatalíticas deTiO ₂ |
| 21 de Mayo | Alumnos de 8 ^{vo} semestre de Ingeniería Ambiental | Experiencias y Resultados de Movilidad estudiantil |



LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS A TRAVÉS DE LA COORDINACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Te invitan a participar en la

XVII EXPO-AMBIENTAL

Día del Evento: Jueves 22 de Mayo de 2014

Horario: 9:00 a 14:00 horas

Lugar: Escuela de Ingeniería Ambiental

Inscripciones abiertas del **1 al 16 de Mayo**, en horario de 8:00 a 15:00 horas, Laboratorio II de Ingeniería Ambiental.

En la modalidad de cartel podrán participar estudiantes y egresados.

Consulta las bases en la página de la Comunidad de Ingeniería Ambiental en Facebook y en la página web de la Escuela de Ingeniería Ambiental <http://ambiental.unicach.mx>

Los primeros lugares de cada modalidad obtendrán un reconocimiento y regalos sorpresa.

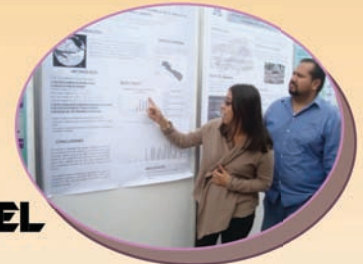
!Participa y Diviértete!



PROTOTIPO



MULTIMEDIA



CARTEL



MAQUETA



SATURACION DE RUTAS Y LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Silvia Monserrat Morales Hernández
Isabel Medugorie Rosales Pérez
Ibeth Anahí Morales Vázquez
José Ariosto Moreno Pérez
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

El medio que nos rodea, (que a pesar de estar lleno de agua lo llamamos tierra), ha sufrido cambios desde su aparición en el universo. Pero hasta que apareció una peculiar especie: el homo sapiens, los cambios han sido más evidentes, algunos para bien y otros... bueno hablemos de ello.

Uno de los cambios que más nos preocupan actualmente como miembros de una sociedad es la contaminación y su repercusión en nuestras vidas.

Los cambios que el ambiente ha sufrido, provocado por nuestras diversas actividades alrededor del mundo ya se han hecho notar con grandes temporadas de frío, temperaturas más altas y huracanes más devastadores, por mencionar algunos eventos.

Estos fenómenos han llegado a ser temas de grandes discusiones para la sociedad, pues hasta que al hombre no le caigan cosas sobre la cabeza no

se pone a reflexionar acerca de lo que lo rodea.

Este proyecto demuestra como nuestras actividades diarias y la mala organización de la sociedad actual contribuye en los cambios que sufre el ambiente, y no hablamos de cambios positivos.

¿De qué cambios hablamos? de la contaminación, ésta palabra podría causar muchas definiciones, a continuación una que contrasta perfectamente con el proyecto que se desarrolla.

El término contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, los procesos industriales, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. [1]

Esta definición conlleva al término "contaminante", que dentro de la

contaminación son los materiales, sustancias o energía que al incorporarse y, o actuar sobre el ambiente degradan su calidad.

Existen diversos tipos de contaminación: la contaminación del agua, del suelo, y otras más. Entre estos tipos está la contaminación del aire, en la cual el proyecto está enfocado.

El aire es la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre (nitrógeno 78%, oxígeno 21%, vapor de agua 0.7%, ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como kriptón y argón), que permanecen alrededor del planeta tierra por acción de la fuerza de gravedad. [2]

Cada persona en promedio, respira diariamente de 14 a 18 kilogramos de aire. [2] Aunque se ha insistido durante mucho tiempo sobre la necesidad de agua y alimento, el hombre solo sobrevive unos pocos minutos sin aire; únicamente en estos últimos años se ha empezado seriamente a reconocer la importancia que para la salud tiene el aire limpio.

La calidad del aire es alterada por fuentes naturales y antropogénicas, siendo esta última la que más repercute en la contaminación del

aire. Uno de los sectores que más afecta la calidad del aire es el sector automotriz. Los automóviles son los principales emisores de monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂). [2]

Aunque el aire en condiciones naturales contiene CO₂, el problema radica en su producción en exceso causada principalmente por las emisiones automovilísticas, este es el caso donde el CO₂ es considerado como un contaminante.

El CO que es producido por la combustión incompleta del carbono; como no es parte del aire puro es considerado un contaminante, inclusive muy peligroso ya que es tóxico y el inhalarlo en exceso puede causar la muerte.

Dejando en claro que el aire puede contaminarse de muchas maneras, démonos cuenta que es mucho más común que en ciudades desarrolladas o en desarrollo, esta contaminación sea producida por la cantidad de vehículos de motores que usan derivados del petróleo para su funcionamiento.

Un vehículo es considerado más contaminante estando detenido y encendido, que estando en movimiento, esto a causa de que sigue en combustión pero no avanza.

Al ser la capital del estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez cuenta con un grave problema de contaminación del aire. Este proyecto aborda el estudio de ese problema evaluando las emisiones causadas por el congestionamiento de las fuentes móviles, específicamente transporte público (colectivos).

El parque vehicular ha incrementado al igual que el indiscriminado deseo de usarlos, por diferentes razones ya sean de comodidad o estatus, esto ejerce una gran y creciente presión sobre la capacidad de las vías públicas existentes.

Una aproximación del parque vehicular de Tuxtla Gutiérrez es el siguiente: 114,388 vehículos; 62% particulares, 30% camiones de carga, 6% motocicletas y 2% transporte público. [3]

La congestión en el tránsito vehicular ha ido en aumento en gran parte del mundo, no solo en Tuxtla Gutiérrez y todo indica que seguirá creciendo, constituyendo un peligro real que amenaza la calidad de vida urbana.

De esta manera cuan graves podrían ser las consecuencias de que los autos se encuentren detenidos por largos periodos de tiempo en un semáforo, o a causa

del exceso de carros se provoquen algunos incidentes.

Para remediar un poco el daño que se le ha hecho a la atmosfera, se han hecho una serie de normas que pretenden conservar la pureza ambiental estableciendo los límites tolerables de contaminación dejando en manos de las administraciones locales y a los contaminadores, el diseño y la adopción de medidas, para garantizar que no se supere ese límite.

Una de estas normas es la norma oficial mexicana de la SEMARNAT nom-041-semarnat-2006, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Modelos 1993 y anteriores, 1994 y posteriores, tanto vehículos particulares de pasajeros como utilitarios, de uso múltiple y camiones, tienen valores de acuerdo a la tabla I.

El gobierno de los Estados Unidos de América, publicó en mayo de 2010, de manera conjunta entre la Agencia de Protección Ambiental

(EPA, en inglés) y la Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en Carreteras (NHTSA, en inglés) la Regulación de Emisiones de Gases de.. Efecto Invernadero para Vehículos Ligeros y el Promedio Corporativo para la Economía de Combustible (Light-Doy Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards), misma que tiene el periodo de aplicación 2012-2016.

Tabla 1. Máximos permisibles de emisiones del escape. (Nom-041-semarnat-2006)[4]

| Año-Modelo del Vehículo | Hydrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno | Oxido de Nitrógeno | Dilución | Landa |
|-------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|-------|
| | (HC) (ppm) | (CO) (%Vol.) | (O ₂) (%Vol.) | (NO) (ppm) | (CO + CO ₂) (%Vol.) | |
| 1993 y anteriores | 350 | 2.5 | 3.0 | 2,500 | 13 | 1.1 |
| 1994 y posteriores | 100 | 1.0 | 3.0 | 1,500 | 13 | 1.05 |

En base a varias de estas publicaciones la SEMARNAT obtuvo los valores presentados en la tabla número 1, a veces México toma ciertas iniciativas de los demás países con la esperanza de progresar como ellos.

A pesar de que el parque vehicular perteneciente al transporte público es del 2% en Tuxtla Gutiérrez, nos centramos en él, ya que la similitud

de las rutas provoca un mayor estancamiento en los semáforos lo que se convierte en una mayor producción de co2 y otros gases contaminantes.

METODOLOGÍA

De acuerdo a la zona específica asignada de Tuxtla Gutiérrez (norte oriente) tomamos en cuenta los puntos más importantes y nuestro plan de trabajo fue el siguiente:

- Recolección de datos y conteo del transporte colectivo y privado en el punto específico.
- Análisis de datos correspondiente.
- Cálculo aproximado de emisiones de gases contaminantes por hora, basado en la nom-041-semarnat-2006.

Resultados y conclusiones
En el punto uno se analizaron las calles principales de la zona norte-oriente, donde se consideraron cuatro intersecciones importantes:

- Calzada al sumidero esquina con el libramiento norte
- Boulevard Lic. Salomón Gonzales blanco (Lib. Norte)
- Calzada Andrés Serra rojas
- Av. Central y 11va oriente

Con ayuda de la página de Internet www.tuxmapa.com, después de un exhaustivo análisis y de acuerdo a nuestras observaciones optamos por evaluar el punto de la 11va oriente

esquina con Av. Central, la cual está saturada por un gran número de rutas.



Se comprobó que la saturación de rutas provoca un gran caos automovilístico, debido a que los colectivos tienen paradas continuas y en este punto tienen "parada" las rutas: 49, 100, 25, 7, 82, 75, 46, 29, 20, 47, 82, 72 entre otras.

Se contaron las unidades de transporte público y privado, pero solo aquellos que estuvieran detenidos en los semáforos, cada semáforo en rojo tarda dos minutos, separamos taxis de los colectivos en un tiempo total de una hora.

El conteo se hizo durante tres días de la semana, con la finalidad de ver si la saturación de los colectivos en los semáforos variaba al inicio de semana, a media semana o un fin de semana. Los días claves fueron lunes, miércoles y sábado en dos horarios cada día, en la mañana de 8 a 9 y

en la tarde de 2 a 3.

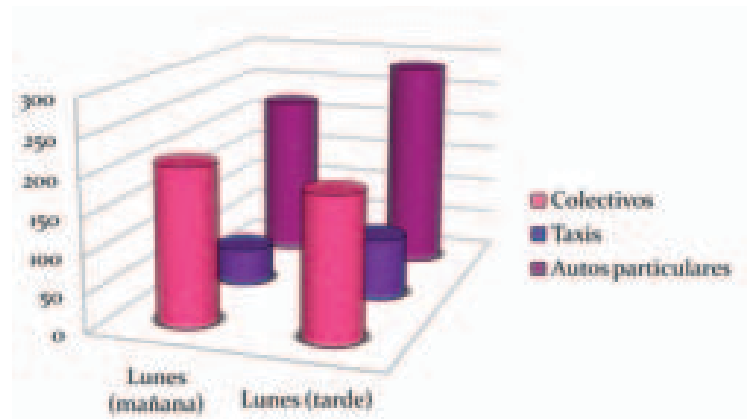


Figura II. Grafica comparativa (Lunes)

Se obtuvo el día lunes en la mañana un total de 223 autos particulares, 49 taxis y 210 colectivos de diferentes rutas de la ciudad. En la tarde, fueron 285 autos particulares, 82 taxis y 191 colectivos.

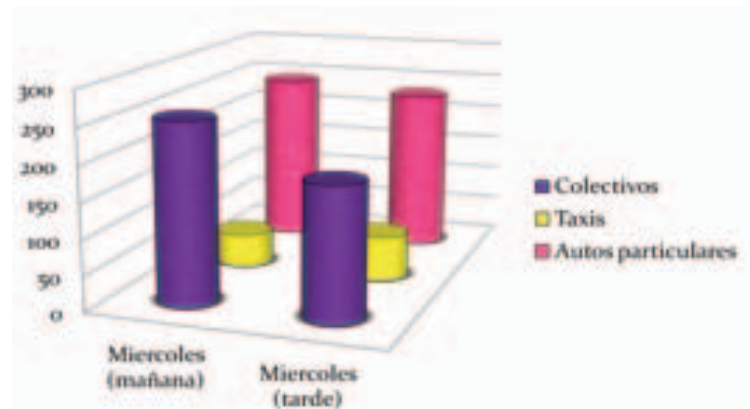


Figura III. Gráfica comparativa (miércoles)

A mitad de semana, el día miércoles en la mañana se obtuvo un total de 243 autos particulares, 47 taxis, y 254 colectivos. En la tarde se contaron 231 autos particulares, 63 taxis y 186 colectivos.

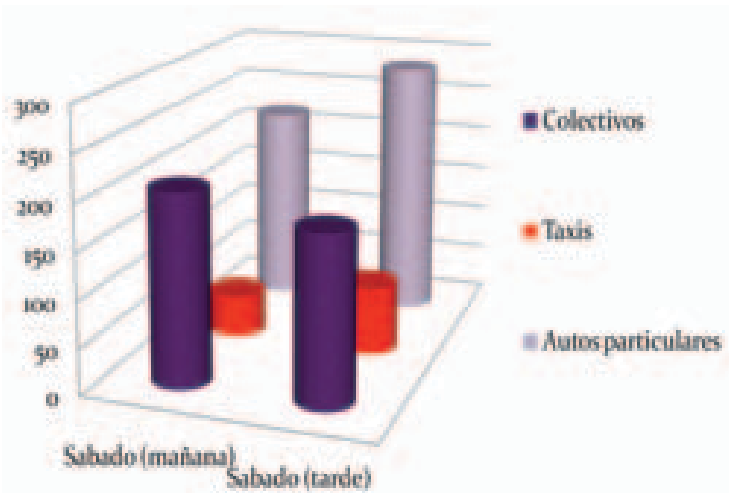


Figura IV. Gráfica comparativa (sábado)

En sábado en la mañana se contabilizaron 219 autos particulares, 46 taxis y 207 colectivos. Por la tarde 284 autos particulares, 74 taxis y 182 colectivos.

Teniendo los datos correspondientes se hicieron los cálculos en base a la nom-041-semarnat-2006, teniendo en cuenta que el conteo solo fue en autos detenidos a causa del semáforo ubicado en el punto específico que se mencionó anteriormente.

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Max. De ppm de HC 100 | Tiempo 1 hr. |
| Max. De ppm de HC ? | Tiempo 2 min. |

Tabla II. Tabla de conversión de 1 hora de emisiones a 2 minutos.

El semáforo en rojo dura 2 minutos y la incógnita es cuanto producen de

contaminantes los autos en esos 2 minutos, entonces se hizo una pequeña conversión, si se sabe que la producción es por hora, se tomó esa cantidad y por regla de tres se obtuvo la producción en 2 minutos.

La misma operación se utilizó para cada subproducto de la combustión de la tabla I, obteniendo los siguientes resultados para cada contaminante y lo que un auto produce en los 2 minutos que está detenido en el semáforo.

| HidroCarb. | Monóxido de carbono | Oxígeno | Óxido de nitrógeno | Disolución Min-máx. |
|--------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|
| HC(3.33 ppm) | CO (0.033% Vol.) | O2 (0.11% Vol.) | NO (50ppm) | CO+CO2 (Min0.43% Max 0.55% vol.) |

Tabla III. Producción de contaminantes en 2 minutos por auto.

Los valores de la tabla III se multiplicaron por el total de autos contabilizados, los cuales se agruparon en la tabla IV de acuerdo al día y al horario.

Conclusiones

La información anterior nos muestra como la cantidad de gases contaminantes durante el día puede variar dependiendo de la cantidad de autos que estén estancados en las angostas calles de nuestro Tuxtla.

| Cantidad De Colectivos | Hidrocarburos | Monóxido de Carbono | Oxígeno | Oxido de Nitrógeno | Dilución Min-Max |
|------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| | (HC) (3-33 ppm) | (CO) (0.033% Vol.) | (O ₂) (0.11% Vol.) | (NO) (50ppm) | (CO + CO ₂) (Min 0.43--- Max 0.55 % Vol.) |
| DIA | L | U | N | E | S |
| MAÑANA 210 | 699.3 | 6.93 | 23.1 | 10,500 | 90.3 - 115.5 |
| TARDE 191 | 636.03 | 6.303 | 21.01 | 9,550 | 82.13 - 105.03 |
| DIA | M | I | E | R | C. |
| MAÑANA 254 | 845.82 | 8.382 | 27.94 | 12700 | 109.22 - 139.7 |
| TARDE 186 | 619.38 | 6.138 | 20.46 | 9300 | 79.98 - 102.3 |
| DIA | S | A | B | A | D. |
| MAÑANA 207 | 689.31 | 6.831 | 22.77 | 10,350 | 89.01 - 113.85 |
| TARDE 182 | 619.38 | 6.006 | 20.02 | 9,100 | 78.26 - 100.1 |

Tabla IV. Cantidad de emisiones vehiculares de acuerdo al día.

Por las mañanas la contaminación es más que por la tarde, quizá porque más personas se trasladan hacia sus trabajos y llevan a sus hijos a las escuelas, y el medio que los transporta es un auto.

Otro punto importante es que la cantidad de colectivos que circulan en la 11va calle oriente y esquina con la Av. central, origina una mayor congestión vehicular, proporcionando a la ciudad calles lentas, ruidosas y contaminadas, muy contaminadas, no solo en la opinión de los ciudadanos, sino también de los visitantes de otros municipios o incluso estados.

La saturación de rutas en un solo punto será causa de ruido, de caos vehicular, pero también será una importante causa de contaminación y por lo tanto merece toda la atención, tanto social como gubernamental, no debemos permitir que nuestro futuro sea un paisaje gris, lleno de humo y caos vehicular.

El tema de la congestión vehicular es complicado, y exige una alta capacidad profesional y de liderazgo de parte de las autoridades urbanas y de transporte pues el control de la congestión exige una visión estratégica que permita la coexistencia de movilidad, crecimiento y competitividad (tan necesaria actualmente), con la sostenibilidad de la urbe y la calidad de vida de sus habitantes.

Referencias

1. CONTAMINACIÓN, Eduardo Atilio de la Orden. NICOLAS VAN DE MOORTELE (2005): Contaminación. (p.34)
2. Ecología- contaminación- medio ambiente *amos Turke, JonathanTurke and Janet wittes.2004*
3. <http://www.pgje.chiapas.gob.mx/>
4. Diario oficial; nom-041-semarnat-2006 Control de la contaminación ambiental *Jerry Spiegel y Lucien y. Maystre. 1997*
Diario oficial; nom-041-semarnat-2006 Congestión de tránsito: *el problema y cómo enfrentarlo Alberto Bull. 2002*
Www.tuxmapa.com

IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA ACTUALIDAD

Borraz Garzón María del Rocío
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Resumen

Los procesos de Oxidación Avanzada (POA's) son procesos fisicoquímicos eficientes que permiten llevar a cabo la mineralización completa de compuestos orgánicos a CO₂, H₂O e iones bajo condiciones ambientales de operación. Se describen sus ventajas, clasificación y al proceso Fenton y relacionados como POA's para el tratamiento de lixiviados y aguas residuales con contaminantes recalcitrantes.

INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna en la que vivimos, tiende a contaminar el agua, suelo y aire del planeta de manera exponencial con cada una de sus actividades. Hablando específicamente de la generación de residuos sólidos y aguas residuales, hay una relación proporcional en el nivel de vida y de desarrollo de una sociedad y el volumen de residuos generados.

Antes, usualmente se vertían residuos directamente a la naturaleza, hasta que la capacidad autodepuradora del medio con sus ciclos biogeoquímicos llegó a su límite. Esto poco a poco se ha vuelto una problemática a nivel mundial, ya que no se le da la importancia que debería al tratamiento de estos residuos ni a las consecuencias que resultan de esta indiferencia.

Los tiraderos a cielo abierto, junto con rellenos sanitarios mal operados traen como consecuencia que los lixiviados (formados por la filtración de agua a través de los residuos sólidos), contaminen el suelo, e incluso lleguen hasta los mantos freáticos, causando daños severos en el equilibrio ecológico severos. Muchos de estos lixiviados, así como algunas aguas residuales, contienen diversos contaminantes recalcitrantes, es decir, que no se pueden biodegradar con los tratamientos convencionales. Es por esto, que nuevos procesos deben ser implementados en la actualidad para combatir este problema.

¿Qué son los POA's?

Los Procesos de Oxidación Avanzada (POA's) son unas de las tecnologías más importantes y eficientes para tratar contaminantes recalcitrantes, los cuales son aplicados generalmente en pequeña o mediana escala y especialmente en donde los métodos convencionales pierden eficiencia.

De acuerdo a Forero et al. (2005) los POA's se basan en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes, debido a que involucran la generación y uso de especies transitorias con un elevado poder oxidante como el radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$). Este radical puede ser generado por varios medios y es altamente efectivo para la oxidación de materia orgánica, en especial aquella que no es biodegradable. Algunos POA's recurren, además, a reductores químicos que permiten realizar transformaciones en contaminantes tóxicos poco susceptibles a la oxidación, como iones metálicos o compuestos halogenados.

¿Cuál es su objetivo?

- Lograr la eliminación o al menos la mineralización parcial de compuestos solubles no biodegradables, presentes en las

aguas residuales.



El proceso consiste en una oxidación química en condiciones suaves de presión y temperatura hasta la mineralización completa de los contaminantes, es decir, la destrucción del contaminante hasta CO_2 e iones. Así, es posible eliminar compuestos orgánicos e inorgánicos, logrando una reducción de DQO, COT y toxicidad en las aguas residuales y lixiviados tratados (Invesquia, 2013).

Ventajas de los POA's

Muchos autores, como Urkiaga et al. (2001); Forero et al. (2005); Pey (2008), SINIA (2010) y Sanz (2011), coinciden en las principales ventajas de estos procesos respecto a los métodos tradicionales:

- Tienen capacidad potencial para llevar a cabo una profunda mineralización de los contaminantes orgánicos y oxidación de compuestos inorgánicos hasta

dióxido de carbono e iones (cloruros, nitratos), ya que transforman y destruyen químicamente el contaminante, y no se limitan a cambiarlo de fase.

- Poseen una reactividad con la mayoría de compuestos orgánicos y contaminantes refractarios.
- La descomposición de los reactivos utilizados como oxidantes tiene como resultado productos inocuos (tecnología limpia).
- En general, no generan subproductos o lodos que requieran posterior procesamiento, y en caso de generarse, lo hacen en una menor cantidad que los procesos biológicos convencionales.
- Operan en rangos donde los sistemas convencionales no son factibles.
- Son ideales para preparar las corrientes a tratamientos convencionales ya que aumentan la biodegradabilidad al permitir además la transformación de contaminantes tóxicos en otros productos menos refractarios que pueden ser tratados por oxidación biológica.
- Son sistemas de tratamiento modulares, compactos y totalmente automatizables, permitiendo la posibilidad de operar tanto en continuo como en discontinuo, y permiten que su operación sea simple y le da flexibilidad de diseño

en espacios pequeños, y que en su mayoría se dan a temperatura ambiente.

Clasificación de los POA's

Se clasifican en procesos fotoquímicos y no fotoquímicos, en función de la utilización o no de radiaciones luminosas en el proceso. En la Tabla 1 se indican las principales tecnologías de oxidación avanzada.

Los Procesos de Oxidación Avanzada han sido aplicados con éxito en el tratamiento de afluentes con distintas problemáticas, entre las que se encuentran una elevada carga orgánica, una variabilidad importante en lo que respecta al caudal y composición o la presencia de compuestos tóxicos y/o difícilmente biodegradables.

Tabla 1. Clasificación de POA's (Forero et al., 2005).

| PROCESOS NO FOTOQUÍMICOS | PROCESOS FOTOQUÍMICOS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Ozonización ■ Ozonización con H₂O₂ ■ Procesos Fenton (Fe²⁺/H₂O₂) y relacionados ■ Oxidación Electroquímica ■ Radiólisis y tratamiento con haces de electrones ■ Plasma no térmico ■ Descarga electrohidráulica y ultrasonidos ■ Oxidación en agua sub y supercrítica | <ul style="list-style-type: none"> ■ Ultravioleta de vacío ■ UV/H₂O₂ ■ UV/O₃ ■ Foto-Fenton y relacionadas ■ Fotocatálisis heterogénea |

En estas situaciones los procesos biológicos convencionales no resultan factibles ya que no son capaces de

actuar ante contaminantes recalcitrantes, por lo que es necesario poner en práctica a procesos fisicoquímicos eficientes entre los cuales se encuentran los POA's.

Así, el empleo de estos tratamientos permite la adecuación de los efluentes a la cada vez más restrictiva legislación medioambiental aplicable a los mismos, ya sea para su inclusión en redes de saneamiento, para su reutilización en proceso o, en último término, para su descarga al cauce público (Urkiaga et al., 2001).

A lo largo del tiempo, procesos de oxidación avanzada como Fenton, Electro-Fenton y Foto-Fenton se han aplicado con eficacia para eliminar compuestos orgánicos refractarios de lixiviados de rellenos sanitarios. La reacción de Fenton se basa en la adición de peróxido de hidrógeno a las aguas residuales o de lixiviados en la presencia de sal ferrosa como catalizador.

“Los POA's están considerados como la mejor técnica disponible para la depuración de compuestos recalcitrantes, tóxicos y contaminantes solubles no biodegradables” (Invesquia, 2013).

El uso de esta técnica ha demostrado ser uno de los mejores compromisos para el tratamiento de lixiviados debido a sus ventajas medioambientales y económicas. El proceso de Fenton se ha usado con éxito para mineralizar una amplia gama de componentes orgánicos presentes en los lixiviados, en particular los recalcitrantes a la degradación biológica. Los efectos de los diversos parámetros de funcionamiento y sus rangos óptimos para la máxima remoción de DQO y la eliminación del color llevan a la conclusión de que el Fenton y procesos relacionados son eficaces y competitivos con otras tecnologías para la degradación de ambos: lixiviados de rellenos sanitarios en bruto y pretratados (Muhammad, 2010).

Conclusiones

En los últimos años, los estudios de tratamiento de lixiviados por POA's como Fenton convencional, Foto-Fenton y Electro-Fenton han indicado que estos métodos pueden reducir eficazmente las concentraciones de contaminantes orgánicos y de color. Además, el proceso puede aumentar la fracción biodegradable de los



componentes orgánicos en los lixiviados, en particular en los lixiviados maduros o biológicamente recalcitrantes. La oxidación y la coagulación juegan un papel importante en la eliminación de compuestos orgánicos. Por lo que el proceso Fenton y sus relacionados son una tecnología importante y competitiva para el tratamiento o pretratamiento de lixiviados (Deng y Englehardt, 2006). En este sentido, el tratamiento mediante POA's se perfila como un método con grandes posibilidades de desarrollo a corto plazo, donde se pueden combinar con los procesos biológicos para reducir costos y aumentar la eficiencia del tratamiento.

Es necesario recalcar que estos procesos fisicoquímicos no han sido implementados a gran escala debido a su poca divulgación, aunque su eficiencia sea destacable. Es por esto que se necesitan más investigaciones en el tema para lograr una combinación con los tratamientos biológicos, y de esta forma, reducir sustancialmente los efectos adversos que causan tanto los lixiviados como las aguas residuales con contaminantes recalcitrantes.

Bibliografía

Deng, Y., y Englehardt, J. (2006).

Treatment of landfill leachate by the Fenton process. Water Research, 40, 3683-3694.

Forero, J. E., Ortiz, O. P., y Ríos, F. (2005). *Aplicación de procesos de oxidación avanzada como tratamiento de fenol en aguas residuales industriales de refinería. CT&F Ciencia, Tecnología y Futuro, 3, 97-109.*

Muhammad U., Hamidi A. A. (2010). *Trends in the use of Fenton, electro-Fenton and photo-Fenton for the treatment of landfill leachate. Waste Management, 30, 2113-2121.*

Pey Clemente, J. (2008). *Aplicación de procesos de oxidación avanzada (Fotocatálisis Solar) para tratamiento y reutilización de efluentes textiles. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería textil y papelera de la Universidad Politécnica de Valencia. 43-50.*

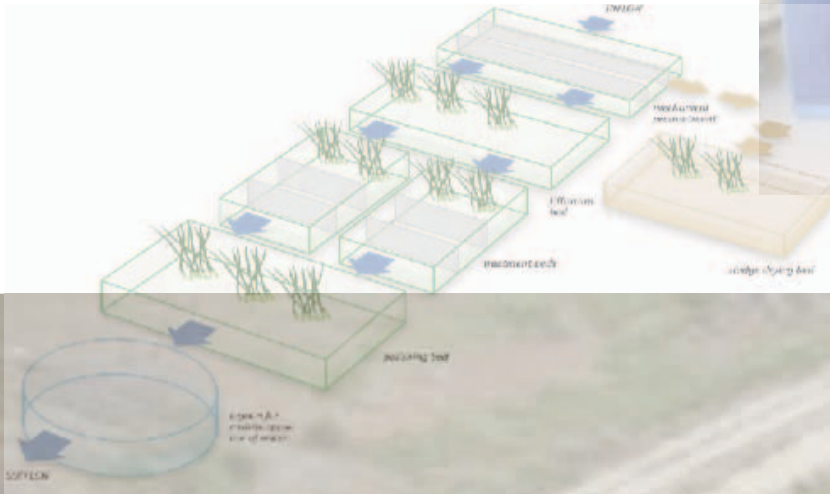
Sanz, J. (2011). *Alternativas operacionales en Tecnologías de Oxidación Avanzada para el tratamiento de efluentes e alta carga contaminante. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Departamento de Ingeniería Química. 350 págs.*

Urkiaga Guinea, A., Gómez Resa, L., Gutiérrez Ruiz, M. y de las Fuentes Intxausti, L. (2001). *Aplicación de*

procesos de oxidación avanzada al tratamiento de efluentes de diferentes sectores industriales. GAIKER Centro Tecnológico.

Procesos de oxidación avanzada. (2013). Invesquia, 1-4. Disponible en <http://www.iqdinvesquia.com>

Procesos de Oxidación Avanzada, POAs. (2010). Sistema Nacional de Información Ambiental de Chile SINIA.



NEWTON, MATLAB Y EL INTERIOR DE LA TIERRA

M.C. Carlos Narcía López
PTC de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

En los albores del sistema solar, hace aproximadamente 5,000 millones de años (m.a.), se llevó a cabo en la Tierra un proceso conocido ahora como diferenciación geológica. En esa época, la Tierra no tenía la estructura, ni interior ni exterior, que hoy en día se le conoce, sino que probablemente se acercara más a la de un cuerpo semiesférico de gases y polvo cósmico con materiales en proceso de enfriamiento, lo que hoy la Astronomía llama un protoplaneta.

En este artículo se muestran dos perspectivas de un mismo tema: la densidad de la Tierra. Por una parte se hace énfasis en su valor derivado del planeta como cuerpo homogéneo, desde la perspectiva de la segunda ley de la mecánica, por la otra se plantea su valor derivado del promedio proporcional de los diferentes medios estimados por el modelo de referencia terrestre PREM, unidimensional y producto de la modelación de ondas sísmicas en todo el globo terrestre.

Metodología

Los orígenes del proceso de diferenciación geológica son asociados a un tipo de sobrecalentamiento que tuvo lugar en la Tierra y que se relaciona con tres subprocesos que lo llevaron a término (Figura 1):

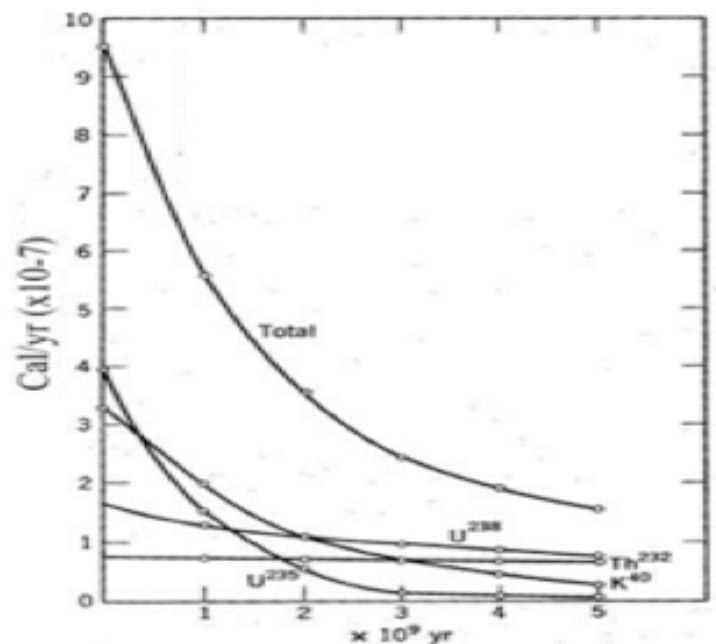


Figura 1. Formación del calor radiogénico en la Tierra a través del tiempo geológico. La escala del tiempo (eje horizontal) está en m.a.

a) Decaimiento radiactivo, esencialmente de elementos como el Uranio (U), Thorio (Th) y Potasio (K).

- b) Compresión debida al campo gravitacional terrestre, y
- c) Acreción (impacto) de meteoritos

Con la ayuda de estos procesos los materiales pesados como el hierro y níquel, que se encontraban dispersos, alcanzaron su estado de fusión y, debido al campo gravitacional terrestre, cayeron hacia el centro del planeta y los materiales menos pesados quedaron en las zonas menos profundas, originando la diferenciación de densidades hacia el centro del planeta.

Lo anterior es, hasta ahora, la mejor manera que tiene la Geología para describir el origen de la diferenciación interna de nuestro planeta, ocurrida en sus primeros millones de años de existencia. Para ello se ha valido de la ayuda de ciencias como la Astronomía, Astrofísica y Planetología, entre otras, que permiten observar y modelar lo que pasa en planetas en formación.

¿Existen realmente materiales más densos en el interior del planeta?. Sabemos en la actualidad que la densidad de la Tierra es de 5.514 gr/cm³ [3]; sin embargo, si observamos a nuestro alrededor encontramos que raramente los materiales

sobrepasan ese valor.

El agua de los océanos, por ejemplo, tiene una densidad media aproximada de 1.03 gr/cm³, mientras que muchos silicatos pueden tener valores alrededor de 2.85 gr/cm³ [7] (Tabla 1). Los silicatos forman el grupo mineralógico más abundante de la corteza terrestre y manto superior.

Tabla 1. Valores de densidad de diferentes minerales (Tomados de Ramírez y Alejano, 2004).

| Mineral | Densidad (gr/cm ³) |
|------------|--------------------------------|
| Ortosa | 2.57 |
| Oligoclasa | 2.64-2.67 |
| Cuarzo | 2.65 |
| Calcita | 2.71 |
| Moscovita | 2.83 |
| Dolomita | 2.87 |
| Biotita | 2.90 |
| Anfíboles | 2.98-3.20 |
| Augita | 3.20-3.40 |
| Olivino | 3.25-3.40 |
| Magnetita | 5.17-5.18 |

Si la Tierra fuera homogénea, un centímetro cúbico de agua pesaría lo mismo que un centímetro cúbico de calcita, y no es así. Si en la superficie terrestre existen materiales con poca densidad, necesariamente deben existir materiales más densos en su interior, de tal manera que en promedio se tenga un valor de 5.51 gr/cm³ de densidad.

Esta idea ha sido usada desde hace algún par de siglos, sin embargo no fué hasta que se produjeron ciertas aportaciones de la sismología, en el último cuarto del siglo pasado, que se obtuvo una imagen del interior del planeta con mejores fundamentos científicos.

Los sismos son perturbaciones mecánicas que se originan en el interior del planeta [5] y gran parte de su energía se propaga como ondas elásticas tridimensionales a través del mismo. Esto significa que un mismo sismo puede ser registrado en diferentes partes de la Tierra si existen los instrumentos adecuados.

Los frentes de onda sísmicos, al propagarse en todas direcciones son distorsionados en función de la variedad de propiedades mecánicas que tengan los medios físicos que atraviesan, de tal manera que un mismo sismo presentará diferencias sustanciales en sus registros en diferentes estaciones y es precisamente esta diferencia la que permitió a los sismólogos tener una idea mejorada de lo que hay en el interior del planeta.

El proceso funciona de manera parecida a la tomografía médica computarizada: el cuerpo es bombardeado con señales electromagnéticas (en este caso

rayos X) por ciertas zonas, y por otras hay receptores que registran las señales distorsionadas, una vez que ya atravesaron el interior del cuerpo. Lo que sigue es usar herramientas matemáticas para obtener propiedades físicas (como la densidad, por ejemplo) que obedezcan cierto modelo físico. Las diferencias que se obtengan en dichas propiedades nos dan una imagen del interior del cuerpo (Figura 2).

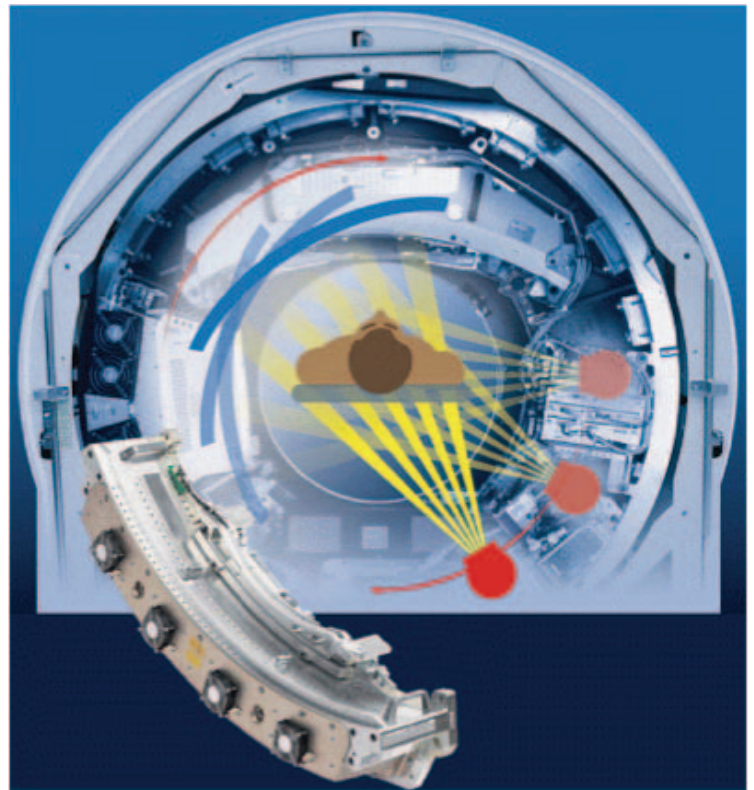


Figura 2. Esquema del funcionamiento de la tomografía médica computarizada. Tomada de www.siemens.com[4]

En el caso de la Tierra, las señales no son rayos X generados artificialmente y tampoco se conocen las señales

fuerza, como en la tomografía médica, sino que se usan aquellas producidas de manera natural dentro del mismo planeta: los sismos.

Probablemente el modelo mejor aceptado a nivel internacional que explica el interior del planeta, en cuanto a sus propiedades mecánicas, sea el propuesto por Dziewonsky y Anderson en 1981[1], llamado actualmente Modelo de Referencia Preliminar Terrestre (PREM, por sus siglas en inglés).

Este es un modelo mecánico que propone valores de propiedades físicas como la densidad, velocidades de propagación de ondas (compresivas y de corte), módulo de bulto, constantes de Lamé, entre otras, para diferentes profundidades.

En la Figura 3 se muestran los valores de la densidad, arrojados por el PREM, en función de la profundidad hasta el centro del planeta, a 6,371 km.

Como se observa en esta figura, la densidad aumenta en función de la profundidad, a excepción de una zona ubicada entre 40 y 220 km, zona de transición entre la litósfera y astenósfera. El rango de valores oscila, en general, desde 1.02 hasta 13.08 gr/cm³.



Figura 3. Comportamiento de la densidad en función de la profundidad, datos tomados del PREM.

Este modelo ha permitido diferenciar los medios internos del planeta, asociando los cambios bruscos en las propiedades a las interfases o zonas de transición entre ellos.

De acuerdo con la información del PREM, las zonas que muestran mayor variabilidad en los valores de densidad son las menos profundas, aproximadamente hasta los 670 km. Esta zona incluye a la litósfera y parte superior de la mesósfera y es a esa profundidad donde se encuentra la transición entre manto superior y manto inferior.

Por debajo de la mesósfera se encuentra la endósfera y la interfase entre ellas se conoce como discontinuidad de Gutenberg, científico quien mejor estimó su profundidad en 1912 mediante la observación de telesismos. Esta interfase

se ubica a 2889 km de profundidad, aproximadamente.

La endósfera (o núcleo) se divide en dos partes importantes: el núcleo externo y el interno, divididos a 5150 km de profundidad en la discontinuidad de Lehman, en honor a la sismóloga que la detectó en 1936.

Si observamos la velocidad de ondas cortantes, que es otro parámetro del PREM asociado a la facilidad de la materia para transmitir movimientos cortantes, podemos entender más acerca del estado físico o tipo de comportamiento mecánico que hace más notoria la división entre los núcleos. En la figura 4 se muestra este parámetro en función de la profundidad.

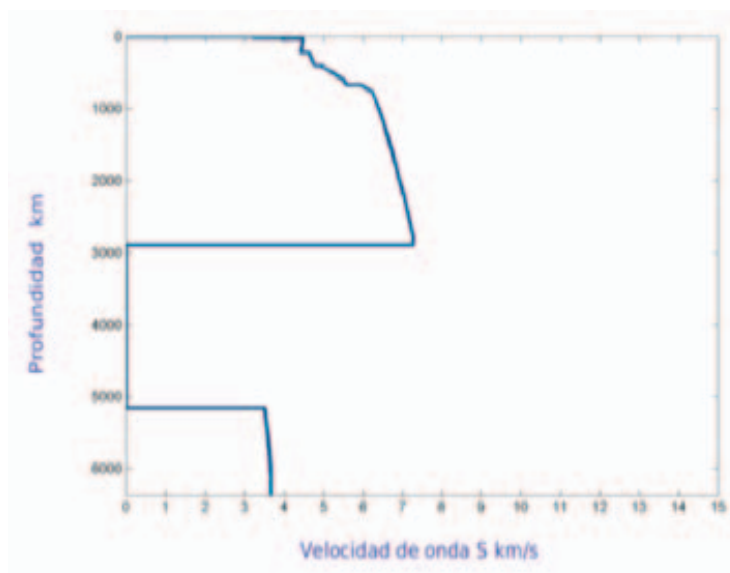


Figura 4. Comportamiento de la velocidad de onda S (cortante) a través de la Tierra, datos tomados del PREM.

Como se observa, para la zona del núcleo externo, no es posible que se propaguen ondas cortantes (valores de velocidad iguales a cero) y este fue el motivo para suponer que la parte externa de la endósfera tiene un comportamiento que lo define como fluido. Esto ya había sido observado anteriormente en registros de telesismos que no presentaban la onda cortante directa cuando el registro se encontraba a cierta distancia del epicentro, suficiente para que la energía alcanzara las profundidades del núcleo externo.

La suposición de un núcleo líquido envolviendo a uno sólido, ambos formados en su mayoría de Hierro y Níquel, hizo entender otros fenómenos geofísicos, como el origen del campo geomagnético. Debido a esto, ahora entendemos que este campo se origina por la interacción entre el núcleo líquido y el sólido, que debido a las presiones litostáticas y temperaturas tan altas, producen corrientes eléctricas que lo generan, manteniéndolo de manera permanente como una cubierta invisible a nuestra vista, a excepción de las regiones donde la radiación solar interactúa con las zonas polares del campo (auroras boreales).

Volviendo a la densidad, ¿cómo asociar los valores de densidad

obtenidos por el PREM a la densidad promedio de la Tierra?, ¿es congruente el modelo arrojado por la sismología con la densidad media del planeta?.

La primera forma, sencilla, de estimar la densidad terrestre, a partir de la mecánica newtoniana, es usando su segunda ley para determinar la fuerza gravitacional existente entre un cuerpo sobre la superficie terrestre y la Tierra[2].

El valor promedio de la densidad de la Tierra tomó importancia en la ciencia de la época del Renacimiento porque proveía un dato importante en el nuevo modelo planetario del sistema solar[2].

De esta manera partimos de:

$$W = G \frac{mM_T}{R^2} \quad (1)$$

donde W es el peso del cuerpo, G la constante gravitacional universal, m la masa del cuerpo, M la masa de la Tierra y R la distancia entre el centro del cuerpo y el de la Tierra, que para fines prácticos es igual al radio terrestre.

Por otro lado, del concepto de densidad tenemos:

$$\rho_T = \frac{M_T}{V_T} \quad (2)$$

donde ρ_T y V_T son la densidad y el volumen terrestres, respectivamente, que es bastante aproximado al de una esfera de radio igual a 6371 km.

De 1, obtenemos:

$$M_T = \frac{gR^2}{G} \quad (3)$$

donde g es la aceleración gravitacional terrestre promedio en su superficie (9.81 m/s²). De 2 llegamos a:

$$M_T = \frac{4\pi\rho_T R^3}{3} \quad (4)$$

Igualando estos términos y despejando la densidad

$$\rho_T = \frac{3g}{4\pi R G} \quad (5)$$

De esta manera obtenemos que la densidad terrestre es:

$$\rho_T = 5.51 \text{ gr/cm}^3$$

La segunda forma de estimar la densidad, por otra parte, es usando los valores del PREM. Estos datos son valores puntuales de densidad a diferentes profundidades (ver el Anexo). Con esta información podemos estimar la densidad media del planeta si imaginamos esferas concéntricas de cierta densidad y realizamos un promedio en función

del volumen que ocupa cada esfera, es decir un promedio pesado.

Una rutina sencilla que permite hacer esto en ambiente Matlab se muestra en la figura 5. Este programa nos pide definir iterativamente los radios internos y externos de cada esfera (en km), la del centro maciza y las demás huecas; y las densidades de cada una en sus límites superior e inferior (en gr/cm^3).

Desde luego que existen diversas maneras para escribir la rutina, que permitan al usuario una interacción más amigable, como por ejemplo la lectura de los datos desde un archivo de entrada o a través del uso de las interfases gráficas de

usuario (GUI)[6]. Ese tipo de mejoras se dejan a consideración del lector, ya que la rutina se desarrolló para fines didácticos y orientada a la materia de Geofísica que el autor imparte en tercer semestre.

El valor que se obtiene usando esta rutina, haciendo uso de los valores del PREM es:

$$\rho_T = 5.51 \text{gr}/\text{cm}^3$$

Conclusiones

Contar con un modelo mecánico basado en observaciones sismológicas que permita la interpretación de la estructura interna del planeta es importante por varias razones:

```
%Rutina para estimar la densidad promedio de un objeto esférico con capas
%concéntricas, teniendo los valores de densidad puntuales en los límites
%inferior y superior de cada capa.
%
%Elaborado por M.C. Carlos Narcía-López
%
n=input('Número de capas concéntricas: ');
for k=1:n
    Ra=input(['Radio en límite inferior de la capa ', num2str(k), ' (Km):']);
    Rb=input(['Radio en límite superior de la capa ', num2str(k), ' (Km):']);
    roa=input(['Valor de densidad en límite inferior de la capa ', num2str(k), ' (gr/cm3):']);
    rob=input(['Valor de densidad en límite superior de la capa ', num2str(k), ' (gr/cm3):']);
    ron(k,:)=(roa+rob)/2;
    Vn(k,:)=(4/3)*pi*(Rb^3-Ra^3);
    clear Ra Rb roa rob
end
Vt=sum(Vn);
Vn=Vn./Vt;
rom=sum(ron.*Vn);
disp(' ');
disp(' ');
disp(['El valor medio de la densidad en ese cuerpo es ', num2str(rom), ' gr/cm3'])
```

Figura 5. Rutina en Matlab que permite calcular la densidad promedio de una esfera con capas concéntricas de diferentes densidades.

- La congruencia existente entre la densidad estimada por varios autores desde hace algunos siglos y el valor obtenido usando los resultados del PREM.
- Permite valorar al PREM como un modelo confiable que nos muestra la estructura interna de la Tierra a cierta escala. Es necesario aclarar que se trata de un modelo de referencia, y siempre es necesario detallar cada región del planeta con estudios más específicos, si queremos entender mejor la estructura interna local.
- Su utilidad para entender el origen de diversos procesos físicos originados por la interacción de los medios internos del planeta, como es el caso del campo geomagnético global.
- Nos permite modelar la propagación de fenómenos mecánicos a través de la Tierra.

Referencias

1. Dziewonski, A.M. y Anderson, D.L. (1981). Preliminary reference Earth model. Phys. Earth Planet. Inter., 25: 297-356.
2. Hughes, D.W. (2006). The mean density of the Earth. J. Br. Astron. Assoc. 116: 21-24.
3. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>
4. <http://www.siemens.com/>
5. Lay, T. y Thorne Wallace, Modern global seismology. Academic Press. United Kingdom, 1995.

6. MATLAB Release 2009a, The Math Works, Inc., Natick, Massachusetts, United States.
7. Ramírez, P. y L A, Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de taludes. Universidad Politécnica de Madrid. 2004. Disponible en <http://oa.upm.es/14183/1/>

Anexo

Tabla 2. Valores de densidad del PREM

| Radio (km) | Densidad (gr/cm ³) | Radio (km) | Densidad (gr/cm ³) |
|------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
| 0 | 13.08 | 5200 | 4.67 |
| 200 | 13.07 | 5400 | 4.56 |
| 400 | 13.05 | 5600 | 4.44 |
| 600 | 13.01 | 5650 | 4.41 |
| 800 | 12.94 | 5701 | 4.38 |
| 1000 | 12.87 | 5701 | 3.99 |
| 1200 | 12.77 | 5771 | 3.97 |
| 1221.5 | 12.76 | 5871 | 3.84 |
| 1221.5 | 12.16 | 5921 | 3.78 |
| 1400 | 12.06 | 5971 | 3.72 |
| 1600 | 11.94 | 5971 | 3.54 |
| 1600 | 11.80 | 6061 | 3.48 |
| 2000 | 11.65 | 6106 | 3.46 |
| 2200 | 11.48 | 6151 | 3.43 |
| 2400 | 11.29 | 6151 | 3.35 |
| 2600 | 11.08 | 6186 | 3.36 |
| 2800 | 10.85 | 6221 | 3.36 |
| 3000 | 10.60 | 6256 | 3.37 |
| 3200 | 10.32 | 6291 | 3.37 |
| 3400 | 10.02 | 6291 | 3.37 |
| 3480 | 9.90 | 6311 | 3.37 |
| 3480 | 5.56 | 6331 | 3.37 |
| 3600 | 5.50 | 6346.6 | 3.38 |
| 3800 | 5.40 | 6346.6 | 2.90 |
| 4000 | 5.30 | 6356 | 2.90 |
| 4200 | 5.20 | 6356 | 2.60 |
| 4400 | 5.10 | 6368 | 2.60 |
| 4600 | 5.00 | 6368 | 1.02 |
| 4800 | 4.89 | 6371 | 1.02 |
| 5000 | 4.78 | | |

CÁLCULO DE VOLUMEN DE UN SÓLIDO DE REVOLUCIÓN

Angeles Polanco Enciso, Carlos García Lara
Escuela de Ingeniería Ambiental
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Introducción

Existen muchos objetos que poseen simetría axial, es decir objetos que pueden ser descritos matemáticamente por una función $f(x)$, a la que se hace girar con respecto a un eje fijo. Muchas piezas de maquinaria y engranajes satisfacen esta característica de simetría axial[1].

En ocasiones es necesario y muy importante conocer con exactitud el peso de un equipo o una pieza o parte de un dispositivo, como por ejemplo cuando se trata de componentes que se instalarán en un satélite. Si esta pieza tiene simetría de revolución y logramos aproximar o conocemos la función que la genera al girar sobre un eje, entonces podremos determinar su volumen exacto y tener una muy buena aproximación de su peso.

En este artículo se presenta el cálculo de volúmenes generados por una región bidimensional que se hace rotar sobre un eje, generando de esta forma un sólido con simetría axial. En este artículo se presenta el cálculo de un sólido de revolución utilizando el método de discos y el software Matlab.

Este método permite determinar el volumen de sólidos de revolución mediante la suma del volumen de cilindros circulares rectos de corta altura (discos). Recordando que el volumen de un cilindro se calcula por la fórmula: $V=\pi r^2h$, donde r es el radio del cilindro y h su altura[2].

Sea la región R acotada por la gráfica de una función f continua no negativa, el eje x , y las rectas verticales $x=a$ y $x=b$ como se muestra en la figura 1, si dicha región gira alrededor del eje x , se generaría un sólido compacto.

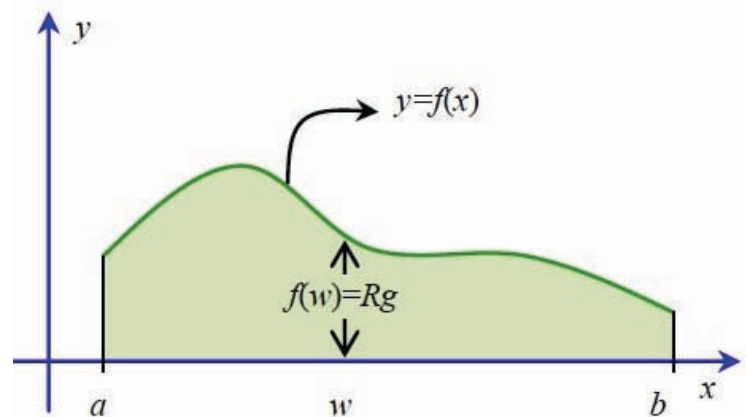


Figura 1. Región R de una función $f(w)$

Si se toma un plano perpendicular al eje x , que corte a la figura 1, la intersección es una sección transversal circular. Si este plano pasa por el punto

en el eje x con abscisa w_i , entonces el radio del círculo formado se denomina radio de giro (R_g) y su longitud es $f(w_i)$, y el área del círculo es $\pi[f(w_i)]^2$. Se puede deducir la integral definida que permite calcular el volumen de sólidos de revolución, usando sumas de Riemann.

Sea f continua y no negativa en $[a,b]$. Sea $\sum_{i=1}^n f(w_i)\Delta x_i$ una suma de Riemann, donde w_i es un número arbitrario en el i -ésimo subintervalo $[x_{i-1}, x_i]$ de una partición P de $[a,b]$. Ésta es una suma de áreas de rectángulos como los que se muestran en la figura 2.

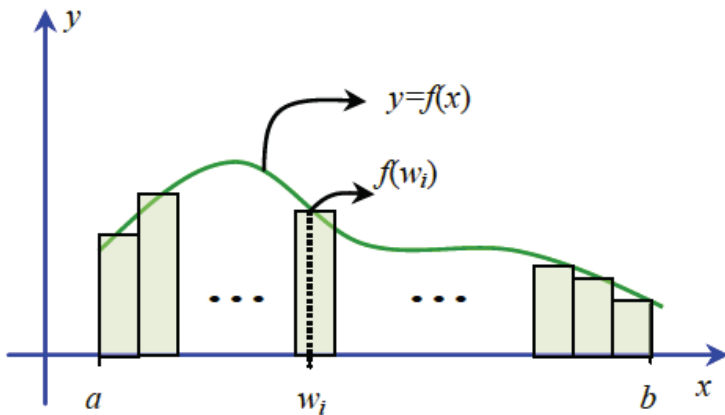


Figura 2. Suma de Riemann para la región R

Al girar el i -ésimo rectángulo alrededor del eje x se genera un cilindro rectangular recto de poca altura (disco), cuyo radio de la base es $f(w_i)$ y su altura es Δx_i . El volumen de este disco es $\pi[f(w_i)]^2\Delta x_i$ la suma de todos los volúmenes de los discos

formados, es igual al volumen del sólido que se muestra en la figura 3. y está dado por:

$$\pi \sum_{i=1}^n [f(w_i)]^2 \Delta x_i$$

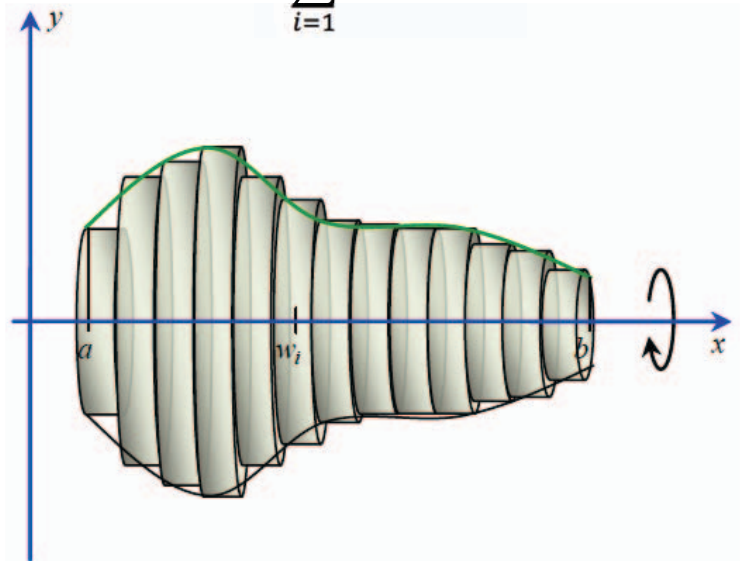


Figura 3. Suma de Riemann para la región R cuando ésta gira alrededor del eje x

Esta es una suma de Riemann para $\pi[f(x)]^2$. A medida que $|P| \rightarrow 0$, $n \rightarrow \infty$, entonces la suma de los volúmenes de los cilindros se acerca al volumen del sólido formado cuando la función gira alrededor del eje de revolución. Por tanto, el volumen de un sólido de revolución se define para cuando f sea continua en el intervalo cerrado $[a,b]$, y R se encuentre en la región acotada por la gráfica de f , el eje x, y las rectas $x=a$ y $x=b$. El volumen V del sólido de revolución generado al girar R alrededor del eje x está dado por:

$$V = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n [f(w_i)]^2 \Delta x_i = \pi \int_a^b [f(x)]^2 dx$$

Cálculo con Matlab

Partiendo de la imagen de un objeto sólido con simetría axial, se procede a abrir dicha imagen, en su caso a redimensionarla para evitar que la memoria de la computadora se sature, es decir si se cuenta con una imagen de 3264x2448 pixeles, se reduce a un valor en donde se pueda distinguir el perfil de la imagen



Figura 4. Imagen del objeto a evaluar

Para lo anterior se procede a escribir en matlab el siguiente código

```
a = imread('jarron.jpg');  
a = a(1:2:end,1:2:end,:);  
imshow(a)
```

la primer instrucción "imread", se utiliza para abrir el archivo de la imagen, la cual para este caso se llama jarrón, sin olvidar la extensión de esta, a continuación se limita el tamaño de la imagen simplemente

agregando un valor intermedio entre el número inicial de pixeles y el último, para este caso fue de 2, es decir el tamaño original de la imagen se acoto a la mitad, por último, la instrucción "imshow", presenta la imagen en pantalla.

A partir de esta imagen se procede a obtener el perfil de la misma, esto se logra con la instrucción "getpts", dandole un click con el mouse para cada punto deseado y terminando con un doble click.



Figura 5. Seguimiento al perfil de la imagen

Lo anterior se logra con la siguiente secuencia de instrucciones

```
[x, y] = getpts  
Datos(:,1)=y';  
Datos(:,2)=x';  
ND = length(Datos);  
plot(Datos(:,1),Datos(:,2))
```

en donde además del perfil se obtiene una gráfica de puntos que le dan seguimiento a este.

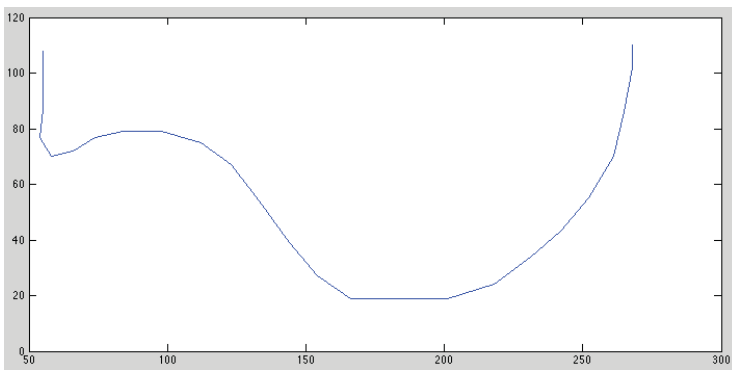


Figura 6. Perfil de la imagen, con valores en pixeles

Con esta información almacenada en la variable Datos, se procede a determinar el modelo de ajuste que mejor aproximación presente, lo anterior utilizando la instrucción fit para un ajuste poly6, que representa un modelo polinomial de orden 6, con una R2 de 92.78%. Obteniéndose el siguiente perfil

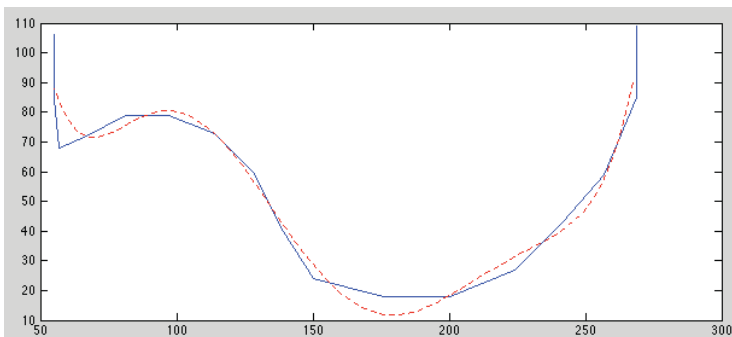


Figura 7. Ajuste del perfil de la imagen, línea roja

El ajuste logrado se obtuvo de la siguiente forma

```
[sx,sy] = fit(Datos(:,1),...
Datos(:,2),'poly6')
v = min(Datos(:,1)):(max(Datos(:,1)))/
100):max(Datos(:,1));
v=sort(v,'descend');
Ec= sx.p1*v.^6+sx.p2*v.^5+sx.p3*v.^4
+sx.p4*v.^3+sx.p5*v.^2+sx.p6*v+sx.p7;
```

```
hold on
plot(v,Ec,'r--')
```

Las instrucciones min y max se utilizan para determinar los límites inferior y superior de los datos. Cabe señalar que sin necesidad de obtener esta expresión matemática, ya puede ser representada la imagen del jarrón, sin embargo como veremos más adelante, la ecuación permite suavizar la imagen

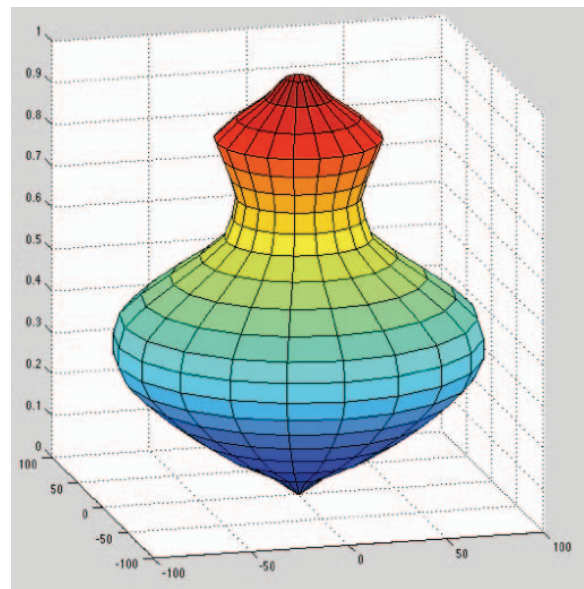


Figura 8. Sólido de revolución a partir del perfil de la imagen

La figura 6, se obtuvo utilizando la siguiente serie de instrucciones

```
LD = length(Datos(:,2));
F = Datos(:,2)-max(Datos(:,2));
figure
x1=1:LD;
[a,b,c] = cylinder(F(x1));
surf(a,b,c)
```

Esta imagen se obtiene directamente de la información

obtenida con la instrucción `getpts`, pero la finalidad del ajuste es obtener un modelo matemático que permita interpretar de mejor forma el volumen del sólido de revolución, por lo que se utilizó el modelo encontrado de orden 6, de la siguiente forma

`figure`

`Lv = length(v);`

`x1=1:Lv;`

`F = max(Ec)-Ec;`

`[a,b,c]=cylinder(F(x1));`

`surf(a,b,c)`

Obteniéndose la imagen de la figura 7. Cabe señalar la dificultad en determinar bordes rectos como en el caso de la boquilla, lo cual puede ser adecuado mediante un ajuste simple.

Por último para determinar el volumen de la imagen se requiere conocer el tamaño de un pixel, lo cual puede conocerse mediante la superposición de la imagen de un objeto de dimensiones conocidas, con lo anterior, sustituyendo en v estos datos y evaluándolo con la siguiente expresión

$$V = \frac{\pi}{12} (v_i - v_{i-1}) * 2Ec_{i-1}^2 + 4Ec_{i-1}Ec_i + 2Ec_i^2$$

es posible conocer dicho volumen. Recordando que el ajuste obtenido para este caso fue del 92.78% lo cual determina la precisión del cálculo.

Conclusiones

Se presentó un programa que permite convertir imágenes en sólidos de revolución, se analizó la forma de obtener el volumen a partir de una imagen.

Referencias

1. A. Alejo Molina (2012), *Cálculo de volúmenes de sólidos de revolución*, ITESCAM, 1-7
2. Jamil Aouad (2014), *Volumen de sólidos de revolución*, Universidad de Carabobo, 61-80
3. Louis Leithold (1998), *El Cálculo*, Oxford University Press, 7ª Ed, 1360
4. Murray R. Spiegel (1998), *Manual de fórmulas y tablas matemáticas*, McGraw-Hill, 271
5. Erwin Kreyszig (2006), *Advanced Engineering Mathematics*, Wiley, 9ª Ed., 1094

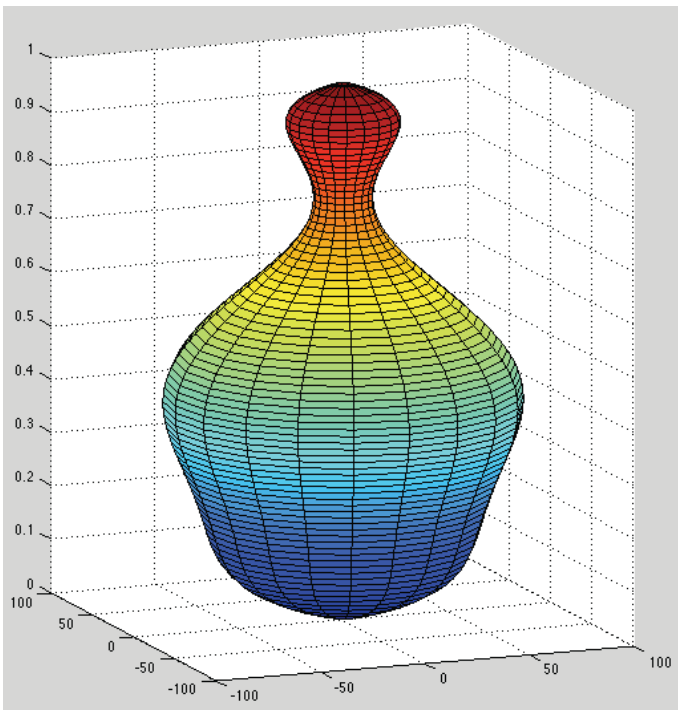


Figura 7. Sólido de revolución a partir del modelo matemático encontrado

Egresados que presentaron examen de Enero a Junio de 2014

| No. | Nombre | Modalidad |
|------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Dulce Alejandra Gómez Santos | Curso Especial |
| 2 | José Luis Carrera Nampulá | Informe Técnico |
| 3 | Lester Emmanuel López Cruz | Tesis Profesional |
| 4 | Zitlalli Libertad Pérez Domínguez | Informe Técnico |
| 5 | Ana María Ocaña Pérez | Curso Especial |
| 6 | Ángel Eduardo Tort de León | Informe Técnico |
| 7 | Francisco Anastacio López García | Tesis profesional |
| 8 | Grace Estivalis Lázaro Sánchez | Informe Técnico |
| 9 | Gabriel Yosef Oliva Macías | Tesis Profesional |
| 10 | Bernabé Alejandro Jiménez Sánchez | Tesis Profesional |
| 11 | Fredy Bautista Hernández | Informe Técnico |
| 12 | Claudia Hernández Escobar | Tesis Profesional |
| 13 | Jorge Guzmán Gómez | Curso Especial de Titulación |
| 14 | Darwin Balan Gómez Gómez | Informe Técnico |
| 15 | Juan Carlos López Caballero | Tesis Profesional |
| 16 | Teresa Elena Pórraz Culebro | Tesis Profesional |
| 17 | Lily Guadalupe Ocaña Trujillo | Tesis Profesional |
| 18 | Rogelio Ervin Sánchez Deferia | Tesis Profesional |
| 19 | Ana Karina Pérez Camacho | Tesis Profesional |
| 20 | Diana Yasmín León Díaz | Tesis Profesional |
| 21 | Blanca Eugenia Martínez Ramos | Tesis Profesional |
| 22 | Jorge Alberto Cano Soto | Informe Técnico |
| 23 | Sergio Arturo Martínez Aguilar | Informe Técnico |
| 24 | Juvencio Alan Méndez López | Informe Técnico |
| 25 | Christian Alonso Gómez Moguel | Informe Técnico |

Egresados que presentaron examen de Enero a Junio de 2014

| No. | Nombre | Modalidad |
|-----|-----------------------------------|------------------------------------|
| 26 | Adalberto Nucamendi Román | Informe Técnico |
| 27 | Pablo Ovando Díaz | Curso Especial |
| 28 | Jorge Luis Pérez García | Informe Técnico |
| 29 | Héctor Omar Jiménez Sánchez | Informe Técnico |
| 30 | Renán Gómez Gómez | Tesis Profesional |
| 31 | Vladimir Guadalupe Moreno Reynosa | Tesis Profesional |
| 32 | Luis Alejandro Vázquez González | Tesis Profesional |
| 33 | Claudia Marissa Díaz Silvestre | Tesis Profesional |
| 34 | Susan Magaly Patiño López | Memoria de Experiencia Profesional |
| 35 | Aurora Jhazmín Aguilar Orozco | Informe Técnico |
| 36 | Yasmín Selene Ramírez Hernández | Informe Técnico |
| 37 | Brenda Kristell Rodas Velázquez | Automático |

Los miembros e integrantes del Cuerpo Académico: Estudios Ambientales y Riesgos Naturales, agradecen al Ing José Manuel Gómez Ramos, por la información referente al proceso de titulación de la escuela de ingeniería ambiental y al mismo tiempo **felicitan** a todos los estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Ambiental que avanzaron en el proceso de obtención del título profesional mediante las diversas modalidades que ofrece nuestra institución.

*Estudiantes de la Escuela en Ingeniería
Ambiental en movilidad*

*Internacional
Brasil*

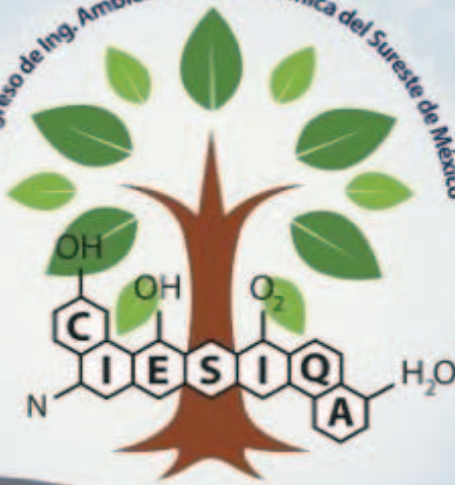
*Grecia Yamilet Lozano Caballero
Maritza Alejandra Toledo Rodríguez.*

*Verano de la ciencia
UASLP*

*Blanca Sofía Guadalupe Galicia de la Cruz
Cristina Lagunes Quevedo
Brenda Guadalupe Alfaro Domínguez*



2o. Congreso de Ing. Ambiental e Ing. Química del Sureste de México



Temáticas del congreso

Ingeniería

- Monitoreo ambiental.
- Sistemas convencionales y avanzados de tratamiento de aguas residuales.
- Ecotecnias.

Biotecnología

- Biotecnología ambiental.
- Biocombustibles.
- Biorremediación.

Impacto y análisis de riesgo

- Gestión integral de residuos.
- Contaminación atmosférica.
- Evaluación de riesgo.

12 13

Sede: **UNACAR** 14 Noviembre 2014

Calle 56. No. 4. Esq. Av. Concordia Col. Benito Juárez. Campus: General José Ortiz Ávila. Facultad de Química. Cd. del Carmen, Campeche.

Costo del congreso

| | Antes del 9 de julio | Después |
|-------------|----------------------|---------|
| Estudiantes | \$500 | \$600 |
| Profesores | \$850 | \$1,000 |
| Externos | \$1,500 | \$1,700 |

CUPO LIMITADO

Santander

Cuenta: 65500825230

Cuenta clabe: 01-40-52-65-50-08-25-23-04

Universidad Autónoma del Carmen

Suc. 090 Plaza 126

Suc. Principal Cd. del Carmen

Proceso de envío de trabajos

Recepción de resúmenes
Del 10 de abril al 9 de julio del 2014

Modalidad de trabajos
Oral y carteles

Envío de trabajos
Los resúmenes serán enviados vía página web del evento

Solicitud de registro
El formato estará disponible en el sitio web del evento

Evaluación de trabajos
El comité científico evaluará los trabajos

Aceptación de trabajos
Se notificará la aceptación vía correo electrónico

Recomendación:
Cuando se realice el depósito y registro se debe indicar en la misma página la solicitud de factura y se debe de poder ingresar a la C.

<http://congresoambientalyquimica.unicach.mx>

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS: El Colegio de la Frontera Sur • Instituto Tecnológico de Tapachula • Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez • Universidad Autónoma del Carmen • Universidad Autónoma de Chiapas • Universidad Autónoma de Yucatán • Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas • Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Bebida tradicional de Chiapas llamada pozol. Es una bebida de maíz blanco cocido y molido, batido en agua con la mano. El pozol es, además de una bebida refrescante y alimenticia, un complemento dietético o tentempié.

Desde tiempos remotos, los indígenas chiapanecos (mayas, zoques y chiapanecas) preparaban esta bebida que demoninaban pochotl. Con el tiempo, esta palabra fue transformada por los españoles en pozol, como se le conoce actualmente. El pozol era preparado por mujeres: en un jicalpestle con agua disolvían con la mano una bola de masa de maíz cocido hasta que quedaba totalmente disuelta. A la masa se le agregaba cacao (cacáhuatl en azteca) y semillas de pochotl molidas. El maíz blanco (tlaolli) era cocido en agua de cal apagada, le quitaban la cáscara y lo molían en mortero de madera o en metate (metlatl, piedra de moler).



*Gaceta realizada por el Cuerpo
Académico: Estudios Ambientales
y Riesgos Naturales*