

ISSN: 1665-4668



Revista

PAKBAL

Año 19 Abril 2020 Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Chiapas

latindex

Folio: 23060
www.latindex.org



ingeniería



DIRECTORIO

- Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa**
Rector de la UNACH
- Dra. María Eugenia Culebro Mandujano**
Secretaría General-UNACH
- Dra. Leticia del Carmen Flores Alfaro**
Secretaría Académica-UNACH
- C.P.C Roberto Cárdenas de León**
Secretario Administrativo-UNACH
- Dra. María Guadalupe Rodríguez Galván**
Directora General de Investigación y Posgrado
- Dr. Gonzalo López Aguirre**
Director General de Extensión Universitaria

FACULTAD DE INGENIERÍA

- Dr. Arcadio Zebadúa Sánchez**
Encargado de la Dirección
- Mtro. Ricardo Gabriel Suárez Gómez**
Secretario Académico

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNO

- M.I Juan José Muciño Porras**
Ingeniería Hidráulica y Ambiental
- M.I Jorge Alfredo Aguilar Carboney**
Prevención de Desastres Naturales
- M.I Fredy Humberto Caballero Rodríguez**
Construcción Sustentable
- Dr. Hipólito Hernández Pérez**
Desarrollo y Didáctica de la Matemática Educativa
- Dr. Hugo Alejandro Guillén Trujillo**
Centro de Eco tecnologías y Desarrollo Sustentable
- Dra. Daisy Escobar Castillejos**
Coordinadora de Investigación y Posgrado de la Facultad

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Arcadio Zebadúa Sánchez**
- Mtro. Ricardo Gabriel Suárez Gómez**
- Dra. Daisy Escobar Castillejos**
- Dr. José Alonso Figueroa Gallegos**
- Dr. Hugo Alejandro Guillén Trujillo**

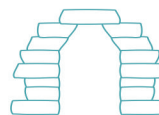
- Dr. José Alonso Figueroa Gallegos**
Director de la Revista

- LCC. Marcela Aguilar Aquino**
- L.C Miguel Alejandro Espino Guzmán**
Departamento Editorial

- LCC. Marcela Aguilar Aquino**
Formación y Diseño Editorial

CONTENIDO

Editorial	3
Sumario	4
Análisis geoespacial del corrimiento marginal de un río, caso de estudio: río Carrizal Gramajo C. José E, Rodríguez B. Roberto	5
Presence of organochloride compounds in the blood serum of women in the southeast México Escobar Castillejos Daisy, Guillén Trujillo Hugo A., Figueroa Gallegos José A., González López María del Carmen	11
Resistencia real, última garantizada y resistencia de diseño del polímetro reforzado con fibra de vidrio (PRFV) Sánchez Hernández Juan Alberto	19
La interculturalidad en el lenguaje y pensamiento variacional. Una propuesta de intervención para una comunidad Tzeltal Velasco Núñez Erivan, Cancino Flores Mercedes G., Mazariegos Lievano Alejandro de Jesús	24
El franking y sus consecuencias en el paisaje Chan-Quijano José G., Torres López Karla, Bracho-Ramírez Manuel	31



Publicación financiada con recursos PROFEXCE-2020

Foto portada:

drop-3698073_1920_Imagen de Arek Socha en Pixabay



EDITORIAL

Estimados Lectores..



Damos la bienvenida a todos nuestros lectores con la primera publicación del año 2020 de la revista Pakbal. Pese a las dificultades que se presentaron al inicio de este año ocasionado por la contingencia sanitaria del COVID 19; continuaremos publicando colaboraciones y estamos seguros que saldremos adelante en la realización de las actividades académicas y editoriales.

En este número encontrarán cinco temas importantes en el ámbito de la ingeniería como: el análisis del corrimiento marginal del río Carrizal, haciendo uso de imágenes satelitales en tiempos diferentes y en las cuales se pueden distinguir, describir y representar las características físicas, y así mismo, proporciona una referencia geográfica que el río manifiesta; así también, se aborda la temática de la presencia de compuestos organoclorados en suero sanguíneo en mujeres del sureste de México; la resistencia real, última garantizada y resistencia de diseño del polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV); se propone a la interculturalidad, como una epistemología empírica para lo variacional, mediante una estrategia metodológica que seguirá esta investigación en tres etapas; finalmente, se presenta el tema de la fractura hidráulica o fracking como una técnica que permite la extracción de gas y petróleo del subsuelo en yacimientos no convencionales y sus contaminantes.

Esperamos contar con su preferencia durante este año, ya que seguiremos trabajando para darles a conocer investigaciones del área de ingeniería y temas afines a este campo del conocimiento que sean de utilidad en sus prácticas laborales.

“Por la Conciencia de la Necesidad de Servir”

Facultad de Ingeniería

Los Editores

5

ANÁLISIS GEOESPACIAL DEL CORRIMIENTO MARGINAL DE UN RÍO, CASO DE ESTUDIO: RÍO CARRIZAL

GEOSPATIAL ANALYSIS OF A RIVER EROSION, CASE STUDY: CARRIZAL RIVER

Gramajo C. José E., Rodríguez B. Roberto

El artículo presenta una serie de actividades que tienen el objetivo de analizar el corrimiento marginal del río Carrizal, haciendo uso de imágenes satelitales en tiempos diferentes y en las cuales se pueden distinguir, describir y representar las características físicas, y así mismo, proporciona una referencia geográfica que el río manifiesta. Los resultados muestran las áreas totales de erosión y depósito, así como las tasas de corrimientos marginales, correspondientes al avance y retroceso que éstos presentan.

PRESENCE OF ORGANOCHLORIDE COMPOUNDS IN THE BLOOD SERUM OF WOMEN IN THE SOUTHEAST MEXICO

PRESENCIA DE COMPUESTOS ORGANOCLORADOS EN SUERO SANGUÍNEO DE MUJERES EN EL SURESTE DE MÉXICO

Escobar Castillejos Daisy, Guillén Trujillo Hugo A., Figueroa Gallegos José A., González López María del Carmen

La zona de estudio fue el Distrito de Riego No. 101, Cuxtepeques, en esta área se seleccionaron ocho comunidades. El Paraíso (Nva Libertad), Guadalupe Victoria, Juan Sabines, Independencia, La Tigrilla, Nuestra Señora Benito Juárez, Amber y Diamante. El objetivo del estudio fue determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en suero sanguíneo de mujeres.

11

19

RESISTENCIA REAL, ÚLTIMA GARANTIZADA Y RESISTENCIA DE DISEÑO DEL POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

REAL STRENGTH, LAST GUARANTEED AND DESIGN RESISTANCE OF FIBERGLASS REINFORCED POLYMER (GRP)

Sánchez Hernández Juan Alberto

En el presente escrito se analiza las condiciones del estado del arte en cuanto a las características de los material fabricados en la actualidad y los compara con el código de diseño ACI 440 1R (2015) y el reciente estándar ASTM D7957/D7957M-17 (2017) para generar conciencia de la importancia de las especificaciones en los planos del material específico para el que se diseña.

LA INTERCULTURALIDAD EN EL LENGUAJE Y PENSAMIENTO VARIACIONAL. UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA UNA COMUNIDAD TZELTAL

INTERCULTURALITY IN LANGUAGE AND VARIATIONAL THINKING. A PROPOSAL FOR INTERVENTION FOR A TZELTAL COMMUNITY

Velasco Núñez Erivan, Cancino Flores Mercedes G., Mazariegos Liévano Alejandro

En este escrito se propone a la interculturalidad, como una epistemología empírica para lo variacional, mediante una estrategia metodológica que seguirá esta investigación en tres etapas, en la primera, incorporación de personas de pueblos originarios estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Civil (IC) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), en la segunda, uso de aspectos culturales objetivados o subjetivados y de su capital cultural en el diseño de situaciones problema, y en la tercera, una puesta en escena de éstas en la comunidad de origen de los colaboradores.

24

31

EL FRACKING Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PAISAJE

FRACKING AND ITS CONSEQUENCES IN THE LANDSCAPE

Chan-Quijano José G., Torres-López Karla, Bracho-Ramírez Manuel

En este artículo se presenta la fractura hidráulica o fracking como una técnica que permite la extracción de gas y petróleo del subsuelo en yacimientos no convencionales. Sin embargo, esta extracción genera impactos negativos en los ecosistemas. Por esta razón, se aborda la contaminación que genera esta técnica y sus afectaciones a nivel de paisaje en tres posibles escenarios, así como la aclimatación y posibles respuestas de las especies vegetales.

ANÁLISIS GEOESPACIAL DEL CORRIMIENTO MARGINAL DE UN RÍO, CASO DE ESTUDIO: RÍO CARRIZAL

GEOSPATIAL ANALYSIS OF A RIVER EROSION, CASE STUDY: CARRIZAL RIVER

Gramajo C. José E.¹, Rodríguez B. Roberto²

RESUMEN

El río Carrizal, ubicado en el estado de Tabasco, es tal vez, la corriente donde se presentan los mayores problemas respecto a la inestabilidad de márgenes, y fallas en protecciones marginales. El artículo presenta una serie de actividades que tienen el objetivo de analizar el corrimiento marginal del río Carrizal, haciendo uso de imágenes satelitales en tiempos diferentes y en las cuales se pueden distinguir, describir y representar las características físicas, y así mismo, proporciona una referencia geográfica que el río manifiesta. Los resultados muestran las áreas totales de erosión y depósito, así como las tasas de corrimientos marginales, correspondientes al avance y retroceso que éstos presentan. Como conclusión, al analizar el corrimiento marginal, se identifican las tendencias de desplazamiento del cauce, y con ello, identificar zonas susceptibles de erosión, que incluye tanto a población como a infraestructura, y así tomar decisiones pertinentes y actuar de la mejor forma posible.

Palabras clave: erosión, depósito, margen, ortofoto, sistema de información geográfica.

ABSTRACT

In Carrizal River, located in Tabasco, were found the greatest problems regarding the instability of banks and faults in marginal

protections. The article presents a series of activities aiming to analyze the erosion of Carrizal River, making use of satellite images at different times, which, we can use to distinguish, describe and represent physical characteristics, and thus, they give us a geographic reference that the river presents. The results of the study show the total erosion and deposit areas, as well as the rates of erosion. As a conclusion, when we analyze the erosion of the river, it is possible to identify the displacement tendencies of the river, and the susceptible zones of erosion are identified, which includes vulnerable zones with the population and the infrastructure, to make the best decisions and be able to act properly.

Keywords: erosion, deposit, bankorthophoto, geographic information system.

INTRODUCCIÓN

La conformación y consolidación de asentamientos humanos en las orillas de los ríos aluviales generan amenazas de inundación (Amarocho, 2010), y dicho desconocimiento ha generado tragedias provenientes de la ausencia de implementación de obras de protección en las márgenes de los cauces. (Buitrago y Ochoa, 2013). Estos asentamientos son tan antiguos como la historia de la humanidad; debido a que el hombre los aprendió a aprovechar no solamente para su abastecimiento, sino también como fuente de alimento y vía de transporte. Los ríos aluviales son aquellos que discurren por materiales sedimentarios modernos, generalmente aportados por el propio río (Martin Vide, 2005), y son de baja pendiente y predominantemente meandriformes. Desde la perspectiva geomorfológica, la propiedad más importante de un río es el proceso de meandros, que está dominado y gobernado por las características hidráulicas, hidrológicas y topográficas del río y su área de drenaje (Deb et al, 2012). La evolución de los ríos meandriformes implica la compleja

¹ Egresado de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ingeniería y Arquitectura (UJAT-DAIA).
Email: egramajo_@hotmail.com.

² Profesor-investigador, UJAT-DAIA. Email: roberto.rodriguez@ujat.mx

interacción de dinámica de fluidos, transporte de sedimentos y erosión de las orillas (Duan & Julien, 2010). Estos ríos experimentan desplazamientos laterales, donde la margen interior está sujeta a un proceso de erosión, mientras que la exterior, a uno de sedimentación (Guzmán et al, 2017). Resulta conveniente aclarar que este proceso de erosión se desarrolla en una escala de tiempo de corto plazo (asociada a una creciente) y su magnitud depende de las características hidrológicas de la cuenca (Farías et al, 2008)

Estos desplazamientos en cauces meandriiformes pueden tener impactos negativos para el ser humano, ocasionando daños en estructuras, interrumpiendo la navegación o alterando la calidad del agua (Rodríguez, 2012). Por lo tanto, analizar el corrimiento marginal de los ríos y comprender el fenómeno de migración de cauces es de gran importancia por tratarse de un problema que afecta a los centros de poblaciones adosadas a ellos.

Una forma de analizar la evolución del corrimiento marginal es medir las tasas de avance y retroceso de las márgenes, lo cual se logra por la comparación de posiciones del cauce, mapeadas o fotografiadas en tiempos diferentes, obteniendo así, polígonos cerrados de erosión y depósito. Una manera fácil y precisa de realizarlo es mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual es una herramienta fundamental en el desarrollo de los estudios de dinámica fluvial; suponen un gran avance, facilitando el proceso de análisis y aportando datos cuantitativos sobre la variación temporal y espacial de los cursos fluviales (Granado et al, 2011). Esta técnica es reconocida, tal como lo hizo el Dr. Fernando Jorge González Villarreal en su trabajo correspondiente a las Acciones Complementarias del Plan Hídrico Integral de Tabasco en el año 2012.

La zona de estudio se localiza al sureste de la república mexicana, en el estado de Tabasco. El análisis se llevó a cabo sobre el río Carrizal, el cual rodea a la ciudad de Villahermosa en su parte norte y tuvo una importante influencia en las inundaciones de esta ciudad en los años 1999, 2007 y 2010.

Durante muchos años, la estabilidad de las márgenes ha sido un problema que preocupa, debido a que representa un riesgo para la población y los intentos por mantener una estabilidad no han producido los resultados esperados (Ramírez et al, 2010). Debido a esto y para evitar las inundaciones relacionadas con

el río Carrizal, se construyó la estructura de control El Macayo durante el periodo 2005-2013. Realizando así, el presente análisis, durante su construcción y con la estructura finalizada. El objetivo del trabajo fue analizar la evolución del corrimiento marginal en el río Carrizal, donde se presentan quizá los mayores problemas de inestabilidad de márgenes, considerando su evolución y su comportamiento años atrás.

METODOLOGÍA

El estudio corresponde a toda la longitud del río Carrizal, cuyas aguas recorren aproximadamente 61 km. Delimitado por el punto con coordenadas (469002.7103, 1984972.1982) aguas arriba y por el punto con coordenadas (511303.1624, 1990951.1423) aguas abajo, esto en el sistema UTM WGS84.

Para el estudio del corrimiento marginal del río, se aplicó el programa informático Google Earth y el software de sistema de información geográfica ArcView GIS 3.2, además, se utilizaron las imágenes satelitales del año 2015 (Figura 1), y en base a ellas, se delimitaron las márgenes, tanto derecha como izquierda del río.

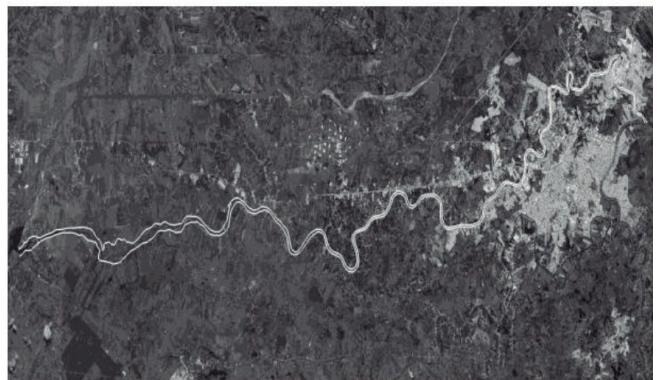


Figura 1. Tramo de estudio en el año 2015.

Asimismo, se empleó un juego de ortofotos, del año 2007. El juego incluye las imágenes E15B81D4, E15B81D3, E15D11A1, E15C19C2, E15C19C1, E15C19B2, E15C19B1, E15C19A2 y E15C19A1, proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en escala 1:10,000 (Figura 2).

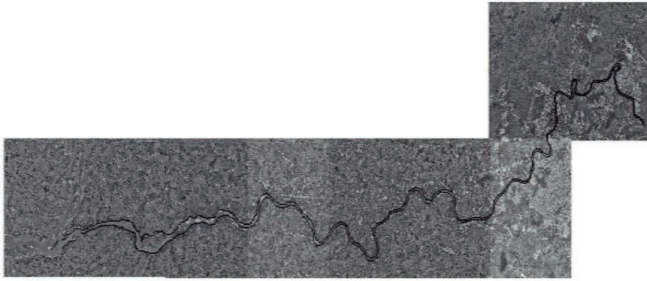


Figura 2. Tramo de estudio en el año 2007.

Para el tramo correspondiente al año 2015, se procedió a trazar una poligonal abierta en Google Earth para delimitar las márgenes del río. Para el caso de las ortofotos del año 2007, se utilizó la versión ArcView GIS 3.2 para trazar la poligonal correspondiente a las márgenes del río.

Para lograr la superposición de las imágenes del tramo de estudio, se empleó ArcView GIS, uno de los softwares más potentes y versátiles de procesamiento de datos SIG.

Superponiendo las poligonales referentes a las márgenes del río, fue posible observar el desplazamiento de las márgenes de 2015 con las de 2007. En la figura 3 se puede observar que las márgenes del río Carrizal en 2015 (líneas negras) se han desplazado con respecto a las márgenes del río en 2007 (líneas blancas).

Las zonas de avance y retroceso marginal están representadas por los polígonos que se forman al cruzarse, entre sí, las líneas correspondientes a las márgenes del río en los diferentes períodos. Las zo-



Figura 3. Posiciones de las márgenes en 2007 (líneas blancas) y en 2015 (líneas negras).

nas de avance marginal (Figura 4) se identifican con los polígonos que delimitan áreas de la ribera por las cuales antes pasaba el cauce del río, y las zonas de retroceso (Figura 5) se identifican cuando los polígonos delimitan áreas dentro del cauce que antes fueron de la ribera.



Figura 4. Zonas de avance marginal, se muestran rellenas en color negro.



Figura 5. Zonas de retroceso marginal, se muestran rellenas en color blanco.

Se trazó una poligonal abierta a través de toda la longitud del río, iniciando aguas arriba y finalizando en el extremo aguas abajo, el cual representa el eje del río. Con la superposición de las imágenes y, por lo tanto, de las márgenes, se obtuvieron polígonos cerrados de erosión y depósito referidos a un cadenamiento, definidos por el eje del cauce. Después, se determina la longitud de cada polígono como la diferencia entre cadenamientos al final y al inicio de éste.

Para obtener la tasa anual de corrimiento marginal se propuso la siguiente expresión (González, 2012):

$$Tasa (E, D) = \frac{A_{poligono}}{L_{poligono}(T_{imágenes})} \quad [1]$$

donde Tasa (E,D) es la tasa anual de corrimiento marginal en m/año de una determinada margen;
 $A_{poligono}$ es el área de cada polígono en m^2 , obtenida con el uso del software de procesamiento de datos SIG; $L_{poligono}$ es la longitud del polígono en m y $T_{imágenes}$ es la diferencia de tiempo en años entre fechas de las imágenes que se utilizaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del trazo de los polígonos de corrimiento marginal, se lograron obtener las áreas correspondientes de avance y retroceso de ambas márgenes, y lo cual sirvió para calcular la tasa anual de corrimiento marginal, haciendo uso de la ecuación 1.

La Tabla 1, muestra las áreas totales de erosión y depósito de ambas márgenes del río. Se puede observar que en la margen izquierda hubo mucho mayor avance que retroceso y en la margen derecha se da el caso contrario.

Tabla 1. Áreas totales de erosión y depósito de ambas márgenes.

Corrimiento Marginal	Margen Izquierda [m ²]	Margen Derecha [m ²]	Total [m ²]	Total [Has]
Avance	320,917.16	142,469.51	463,386.67	46.34
Retroceso	45,289.75	293,725.69	339,015.44	33.90

Al aplicar la ecuación 1, se obtuvieron las tasas de corrimiento marginal mostradas en las Figuras 6 y 7. En la Figura 6 se observa que las tasas de erosión y depósito para la margen izquierda son en su mayoría de menos de 1 m/año. La Figura 7 muestra las tasas de erosión y depósito de la margen derecha y se observan picos que llegan a alcanzar los 6 m/año de retroceso y un pico pronunciado que llega a alcanzar los 20 m/año de avance. En este análisis se utilizó signo negativo para referirse al retroceso de la

margen (erosión) y signo positivo para el avance de la margen (depósito).

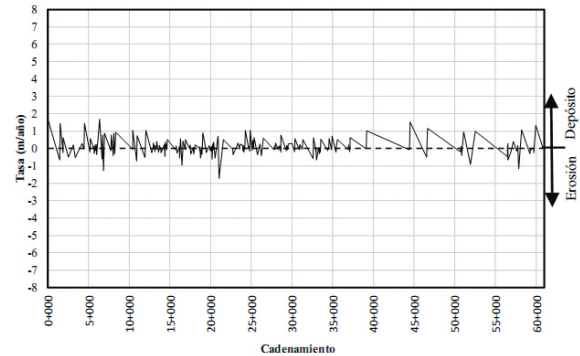


Figura 6. Tasa de corrimiento marginal de la margen izquierda.

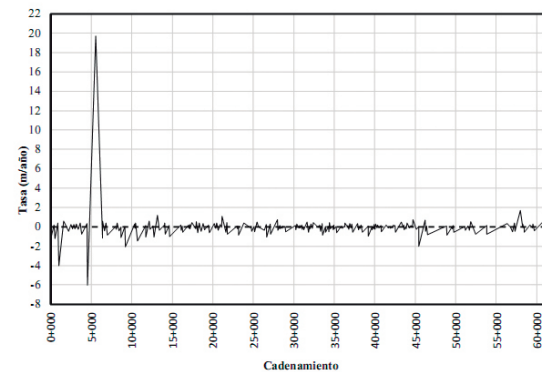


Figura 7. Tasa de corrimiento marginal de la margen derecha.

Como resultado de la superposición de imágenes aéreas y la obtención de los polígonos fue posible cuantificar el área que ha ganado (depósito) o que ha perdido (erosión) cada margen.

En las Figuras 8 y 9 se muestran graficadas las áreas ganadas o perdidas de cada margen, mostradas para contemplar las características morfológicas que presenta el río Carrizal, tomando en cuenta que las erosiones se presentan con signo negativo y los depósitos con signo positivo. Se observa que en zonas de erosión en una margen se compensa con zonas de depósito en la otra, esto debido a que la erosión es balanceada por la formación de llanuras de inundación en el otro lado del río, por lo que el río migra mientras mantiene aproximadamente un ancho

constante (Van Dijk et al, 2012). Para cuestiones prácticas, el río se dividió en tres zonas definidas por los cadenamientos y que en las figuras antes citadas se pueden notar las diferencias físicas que el río Carrizal presenta en cada una de ellas. En la zona 1 es donde se presentó gran movimiento en la margen derecha y está caracterizada por la presencia de islas dentro del cauce. En la zona 2, se observó un comportamiento similar, donde el retroceso ha predominado en la margen derecha, mientras que en la margen izquierda ha predominado el proceso de avance. La zona 3 es la que pertenece a la ciudad de Villahermosa, y se observa un gran aumento de áreas de depósito para la margen izquierda y en la margen derecha importantes áreas de erosión.

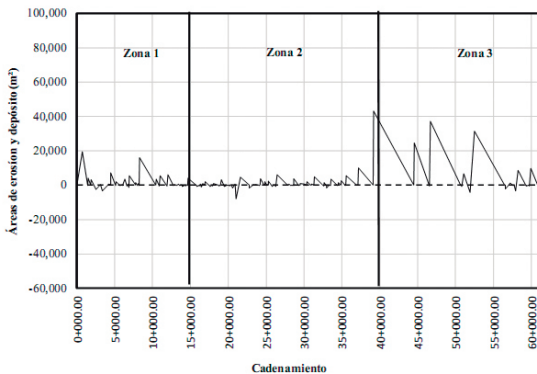


Figura 8. Áreas de erosión y depósito en la margen izquierda.

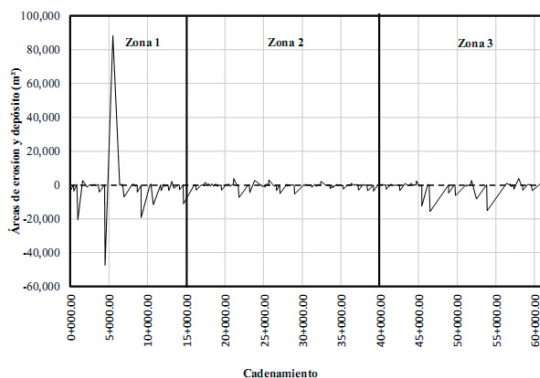


Figura 9. Áreas de erosión y depósito en la margen derecha.

En la Figura 10 se muestra una ortofoto del año 2007, mostrando la zona del río ubicado aproximadamente en el cadenamiento 5+000, en la que se observa la mayor tasa de corrimiento marginal, correspondiente a la margen derecha. Indicando mediante las poligonales correspondientes a las márgenes se puede observar el polígono de avance que se forma, teniendo así la mayor área de depósito y la mayor tasa de corrimiento, y que se observan en las Figuras 7 y 9.



Figura 10. Zona con mayor tasa de corrimiento marginal.

Con respecto al trabajo realizado para el Plan Hídrico Integral de Tabasco, se pueden notar menores de tasas de cambios en ambas márgenes, así como menores áreas de depósito y erosión, esto debido a la ayuda que la estructura de control "El Macayo" proporciona sobre el cauce, regulando el gasto que fluye desde el río Mezcalapa hacia el río Carrizal y controlando la variación de sus niveles, reduciendo la erosión en las márgenes del río (Ochoa, 2013). De igual manera construida debido a la necesidad de proteger contra las inundaciones a la ciudad de Villahermosa.

CONCLUSIONES

Con las actividades que se presentan en este artículo es posible determinar las tasas anuales de corrimiento marginal que se presenta en el río Carrizal, así como zonas de avance o retroceso del cauce, identificando tres zonas con comportamientos diferentes. La importancia de este estudio se ve reflejada

al momento de analizar los resultados, ya que permite identificar zonas susceptibles a la erosión, y como tal, volviendo vulnerable a las márgenes, poniendo en riesgo a la población y a estructuras que se encuentren en el lugar, y a partir de esto, reducir los riesgos tomando las decisiones correctas y actuando de la mejor forma posible antes de una catástrofe.

REFERENCIAS

- Amorocho Pérez, A.P. (2010). La construcción de asentamientos humanos precarios en zonas de inundación y la conservación de cauces de río. *Prospectiva: Revista de trabajo social e intervención social*. (15), 295-328.
- Buitrago, C. y Ochoa, D.M. (2013). Recomendaciones para la implementación de obras de protección y control de cauces. Tesis de especialista, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Deb, M., Das, D. & Uddin, M. (2012). Evaluation of Meandering Characteristics Using RS & GIS of Manu River. *Journal of Water Resource and Protection*. Vol. 7 (3), 163-171.
- Duan, J.G. and Julien, P.Y. (2010). "Numerical simulation of meander evolution", *Journal of Hydrology*, Elsevier, Vol. 391, 34-46
- Fariás, H.D., Pilán, M.T., Olmos, L.A. y Pece, F.J. (2008). Erosión general en ríos aluviales, *Ingeniería del Agua*, Vol. 15 (2), 107-122. González Villarreal, F. J., J. J. Carrillo Sosa,
- D. Espinoza Figueroa, C. Tellez Quintanar y A. J. Ramírez Rascon (2012). Análisis geomorfológico y geotécnico del corrimiento de las márgenes del río Carrizal, Acciones complementarias del Plan Hídrico Integral de Tabasco.
- Granado, D., Acín, V., Díaz, E., Ibisate, A. y Ollero, A. (2011). Análisis diacrónico de la migración de cauces fluviales mediante técnicas de SIG vectorial. I Congreso ibérico de restauración fluvial restauraríos. León, 18 – 20 octubre 2011.
- Guzmán, F.A, Flowers, R.S., León, J.E., Balladares, M.A. y Nungaray, J.A. (2017). Corrientes secundarias en curvas de ríos con espigones, usando técnicas acústicas. *Journal of Energy, Engineering Optimization and Sustainability*. Vol. 1. (2), 73-90.
- Martin Vide, J.P. (2005). *Ingeniería de ríos*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Ochoa, R. (2013). *Secretos en el Macayo, Construcción y tecnología en concreto*, 2013, México: IMCYC
- Ramírez, A., Espinoza, D., Rodríguez, R. y Meza, R. (2010). Estudio de las protecciones y márgenes inestables de los ríos Carrizal, Usumacinta, La Sierra y Grijalva. Plan Hídrico Integral de Tabasco (PHIT) Etapa 3. CONAGUA
- Rodríguez, R., Flowers, R.S., Rivera, F., Villegas, C. y León, J.E. (2012). Evaluación del corrimiento marginal de un río planicie utilizando el sistema de información geográfica. XXII congreso Nacional de Hidráulica.
- Van Dijk, W.M., Van de Lageweg, W.I. and Kleinhans, M.G. (2012). Experimental meandering river with chute cutoffs, *Journal of geophysical research*, vol. 117.

PRESENCE OF ORGANOCHLORIDE COMPOUNDS IN THE BLOOD SERUM OF WOMEN IN THE SOUTHEAST MEXICO

PRESENCIA DE COMPUESTOS ORGANOCORADOS EN SUERO SANGUÍNEO DE MUJERES EN EL SURESTE DE MÉXICO

Escobar Castillejos Daisy¹ Guillén Trujillo Hugo A.¹,
Figueroa Gallegos José A.¹ González L. María del Carmen²

RESUMEN

El uso de agroquímicos es uno de los problemas más relevantes desde hace varias décadas en México; ésta práctica afecta a los ecosistemas y al ser humano. Entre los efectos de la exposición a largo plazo a los agroquímicos, se pueden mencionar diversos tipos de cáncer y efectos en el proceso de reproducción humana.

La zona de estudio fue el Distrito de Riego No. 101, Cuxtepeques, en esta área se seleccionaron ocho comunidades. El Paraíso (Nva Libertad), Guadalupe Victoria, Juan Sabines, Independencia, La Tigrilla, Nuestra Señora Benito Juárez, Amber y Diamante. El objetivo del estudio fue determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en suero sanguíneo de mujeres. Con base en los resultados se observó que el endosulfán, el hexaclorociclohexano (HCH) y el DDT y sus metabolitos estaban presentes en la mayoría de las muestras de suero sanguíneo analizado por encima de varios trabajos realizados por otros investigadores en regiones agrícolas de la región sur-sureste de México.

Palabras clave: Plaguicidas organoclorados, suero sanguíneo, mujeres.

INTRODUCTION

One of the main problems that have compromised sustainability in recent decades are the use of agrochemicals, especially the use of pesticide (OPS, 2007). These affects agro-systems, the biodiversity, and the quality and welfare of human beings.

Agrochemicals are substances used in agriculture. Examples of these are insecticides, herbicides, and fertilizers. Their proper application is the most accepted and effective way to achieve maximum production and better quality of crops (Ferrer and Cabral, 1993; Bolognesi, 2003). The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) defines as *any substance or mixture of substances intended for preventing, destroying, or controlling any pest, including vectors of human or animal disease, unwanted species of plants or animals, causing harm during or otherwise interfering with the production, processing, storage, transport, or marketing of food, agricultural commodities, wood and wood products or animal feedstuffs, or substances that may be administered to animals for the control of insects, arachnids, or other pests in or on their bodies* (CICLOPLAFEST, 1998). On the other hand, a fertilizer is defined as organic or inorganic substance that improves the quality of the substrate at nutritional level in the rooted plants that where applied with it by providing nitrogen, phosphorus or potassium (Ongley, 1997).

Pesticides can be classified by their biological activity, use, by its toxicity, chemical nature, or other factors (García, 1998; Torriggino, 2003; Farrera, 2004; Martinez and Gomez, 2007; Table 1).

¹Docentes- investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas. Blvd. Belisario Domínguez, Km.1081. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Email: daisyec@hotmail.com; guillenhugo@hotmail.com; José.figueroa@unach.mx

² Responsable del Laboratorio de Calidad del Agua de la Facultad de Ingeniería-UNACH. Email: marychec@hotmail.com

Table 1. Brief classification of pesticides

Chemical family	Uses	Toxicity
Organochlorine	insecticides	Class Ia (extremely hazardous)
Organophosphates	fungicides	Class Ib (highly hazardous)
Carbamates	herbicides	Class II (moderately hazardous)
Thiocarbamates	acaricides	Class III (slightly hazardous)
Pyrethroids	nematocides	others
Derivatives piridílicos	rodenticides	
Acid derivatives	larvicides	
Phenoxyacetic	others	
Nitrophenol-chlorine derivatives		
Triazines		
Organomercury		
Others		

In Mexico the landscape of environmental and public health impact created by the use of pesticides is critical (Bejarano, 1999; Albert 2005). There are evidences obtained from laboratory and field studies about agrochemicals. These states that they cause damage to health and the environment (González et al., 2001). Additionally, the economically active population in agriculture experience high exposure to them because they use them 85\% of the time in their daily activities (Ravelo, 1995; Cedillo, 1997; Tinoco et al., 1999; Dörner and Plagemann, 2002; Yáñez et al., 2002; Miersma et al., 2003; Altamirano et al., 2004; Rendon et al., 2004; Herrera et al., 2005).

Among the effects of long term exposure to agrochemicals, various cancers can be stated (Jeyaratnam, 1992; García, 1998; Torres et al., 1999; Waliszewski et al., 2000; Gulis et al., 2002; Waliszewski et al. 2002; Coss et al., 2003; Palacios, 2003; Waliszewski et al., 2003; Waliszewski et al., 2005; Herrera et al., 2005; Herrera et al, 2008), and they have effects on the human reproduction process (Salazar et al, 2004;.. Flores et al, 2003; Yáñez et al., 2002).

Once released into the environment, agrochemicals can contaminate rivers, groundwater, air, soil and food. The exposure of humans to these substances may occur during breathing, drinking, eating, and even through skin absorption of these products.

Rural families are constantly exposed to agrochemicals due to environmental and occupational reasons. In general, the whole family works on agricultural tasks; so the exhibition to these chemicals begins at very young ages, even since the very conception. Since women and children are often the poorest, they are particularly vulnerable to agrochemicals due to their physiological characteristics and socio-cultural and economic circumstances (PAHO, 2007). The impacts on the health of women and children are serious because they can be exposed indirectly to the pesticides, and they are the least likely to

Table 2. Studies related to the use of agrochemicals and its damage to health in women and children (Table made from the literature used in this article)

Effect	Population	Parameters	Reference
Placental injury Delay intrauterine growth Delay to get pregnant	Chihuahua, Mexico Colombia	Exposure to inhibitive cholinesterase pesticides was measured. The results we classified by place of residence and activity levels of the enzyme acetylcholinesterase (EAC). Gross placental abnormalities, such as weight, diameter and surface disturbance were evaluated. A microscopic study of the placenta was performed.	Sanín LH, Olave ME, Levario M, Idrovo J. 2005
Reproductive effects Congenital malformations Spontaneous abortions Sex ratio	Mexico	Reproductive effects in male user due to its exposure to DDT during the program to control malaria Birth of children with defective parts	Salazar et al. 2004
Hypospadias	Mexico City, Mexico	DDT / DDE levels in maternal serum	Flores et al. 2003
Breast cancer	Versacruz, Mexico	Presence of DDT in breast milk, adipose tissue and serum	Waliszewski et al. 2002, 2003, 2005
Breast cancer	Buenos Aires	Presence of organochlorine pesticides: op DDE, pp 'DDE, DDD op, pp DDD, DDT po, pp DDT, HCB, HCH (alpha, beta, gamma, and delta), HXT and HXT epoxide, Aldrin, Dieldrin, Endrin, chlordane (oxy, alpha, and gamma), endosulfan (alpha and beta), methoxychlor, and mirex.	Der Persehian 2008
Cryptorchidism	Denmark	Presence of organochloride pesticides in breast milk.	Damgaard I et al. 2006
	Guadalajara, Mexico	Presence of organochloride pesticides in breast milk.	Martínez et al. 2008
	Guadalajara, Mexico	Presence of organochloride pesticides in breast milk	Castañeda et al. 2005
Skin cancer and penile cancer Cervix cancer and leukemia	Costa Rica	Cell analysis	PLAGSALUD 1996
Brain Tumors	Canada	Nitrogen compounds in water	Muller et al. 2004
Kidney cancer	Iowa, USA	Nitrogen compounds in water	Ward et al. 2007
Gastric cancer	Hungary	Nitrogen compounds in water	Sandor et al.2001
Methemoglobinemia	Cuba	Nitrogen compounds in water	Cañas et al. 1992

receive training about agrochemicals to reduce risks. Because the girls are incorporated into the domestic, rural and work tasks early in his life, women and girls are be exposed in different ways. I has to be noted that both homes and school zones also suffer exposure by the drift of pesticide application; therefore, the places where children learn and play are affected by the use of pesticides.

Another important way of exposure to pesticides is during the spraying campaigns to deal with Dengue, which are made by the health sector (SSA). The Irrigation District No. 101, Cuxtepeques is within the No. IV health jurisdiction, Villaflores, which was considered in the past as endemic malaria zone.

“What we want is that people come more often to spray the chemicals inside the houses, just as before. Thanks to that, everything died in the house, even the lizards (Cuija) died...” (Interview no. 5, Female resident at the locality of Independencia)

“We are happy to help you in your research, but in return we would like to ask you to tell the health sector to send their crews more often to spray insecticide to kill the mosquitos...” (Mr. Gil Jaime Ruiz Molina, Commissariat in the locality of Independencia, Com. Pers.)

Likewise, the complex processes of migration of persistent organic compounds play a major role. These substances can reach areas where they have never been used before, such as the case of their presence in ecological reserves. The importance of the problem creates the need of a study about the presence of these compounds in areas like ecological reserves. It is noticeable the lack of information about agrochemicals. User within the Irrigation District No. 101, Cuxtepeques, Chiapas don't know the toxic effects of agrochemicals, how the exposure to low-dose and long-term of them and multiple chemicals can harm their health and the environment, and the requirements that crops need of these substances (Escobar, 2008). Therefore, the results of this study will enable the design of a proper management plan to handle agrochemicals.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Locality Santa Rita. It belongs to the municipality of Angel Albino Corzo. It is located in the buffer zone

of the biosphere reserve El Triunfo (REBITRI). It has a total population of 242 inhabitants, where 115 are men and 127 are women. The economically active population is dedicated to grow organic coffee.

Locality Emiliano Zapata. It is located in northwest part of the city of Ocozocoautla. Its north border are private properties, and its south and east border are lands that belongs to the Ingeniero Armando Zebadúa Castellanos town. Finally, the west part of the locality is delimited by the polygon number one of the core zone of the biosphere reserve Selva El Ocote. The village is geographically located at latitude N 16°57'40" and longitude W93°30'11". It occupies an area of 530 hectares of its total area of 1,915 hectares, and it has an average height above sea level of 783 m (Escalante, 2006).

Table 3. Population distribution of the localities within the Irrigation District No. 101, Cuxtepeques, Chiapas.

Locality	Area (hectares)	Population	Men	Women
El Diamante	519	1839	925	914
Juan Sabines	112	253	126	127
El Ambar	764	1797	872	925
Nueva Libertad	1262	925	475	450
Independencia	604	1796	883	913
Benito Juárez	2705	2651	1351	1300
La Tigrilla	1701	2328	1194	1134
Guadalupe V	171	778	398	380

The population of Emiliano Zapata community is mostly indigenous. They belong to the Tzotsil ethnolinguistic group, a group that migrated from the highlands of Chiapas in the year 1985 (Escalante 2006). In the census conducted in this study, a population of 172 inhabitants was determined, where 56% were male and 44% were female. The community has no health center or medical services. At last, the economically active population is dedicated to grow organic coffee and they take care of the reserve.

The Irrigation District No. 101, Cuxtepeques, Chiapas is constituted by eight communities. El Paraiso (Nva Libertad), Guadalupe Victoria, Juan Sabines, Independence, La Tigrilla, Nuestra Señora Benito Juárez, Amber and Diamond. These localities are principally engaged in the production of corn because agriculture, in most cases, is the only source of income for the families in the area. In Table 3 the population distribution of each locality is shown.

SAMPLING AND ANALYSIS

In order to achieve the stated objective and better results, the study was developed in two stages:

During the first stage, interviews with key figures of the agricultural and health sectors were performed. In order to learn about the background of pesticides in the zone, the interviews were made to the Chief of CADER SAGARPA, the chief of CONAGUA, the Doctor of the town, the representative of the locations within the study area, and the authorities of the REBITRI.

In parallel, the selection and size of the samples were made. The blood sampling was made in the rural area and the REBITRI. To define the universe of study, it should be taken into account the territorial extent of each of the towns and the amount of women in each of them that were donors. The study was conducted in three regions: Irrigation District zone (n = 175), Santa Rita (n = 24), and Emiliano Zapata (n = 46). To select the women, the variables of age (14 to 45 years) and years of residence in the town (> 15 years) were taken into account.

In the second stage, the blood sampling was made by responsible personal from SSA in the study areas. To determine persistent organic compounds in the blood serum, 3 mL blood samples were taken, and they were stored in heparinized vacutainer tubes. The samples were transported under refrigeration to the laboratory, where they were immediately frozen at -30°C until the analysis was made. For each donor, a questionnaire was applied where features such as demographic characteristics, occupation, exposure to pesticides, use of Tabaco, habits, reproductive history, housing characteristics, and consumption of dairy products were asked (Waliszewski et al 2002, Herrera et al 2005). Immediately after the collection of the samples, the centrifugation was made to obtain blood serum, which served to determine persistent organic compounds.

ANALYSIS OF THE SAMPLES

Extraction of persistent organic compounds was performed by the method described by Atuma & Aune (Atuma and Aune, 1999). This method consists in applying proportionally acid to the blood serum. The recovery of this method is over 95% for the persis-

tent organic compounds studied in this research. After the extraction, the amount of fat present in each sample was determined. Then, the purification of the sample was made. The determination of the analytes were made using a Varian model 3800 chromatograph equipped with a DB-5 column (5% phenyl), methylpolysiloxane of 30m x 0.25 mm x 0.32 mm, and an electron capture detector (ECD) with a source of Ni63. The analytical control and analysis of the samples was performed according to standardized methods from UNEP / IOC / IAEA (1998).

To identify the pesticides (persistent organic compounds), a mixture of standards with α, β, δ y γ -HCH, heptachlor, aldrin, heptachlor epoxide, endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sulfate, dieldrin, pp DDE, endrin, endrin aldehyde, pp DDD, pp DDT (SUPELCO 47426-U CLP Organochloride Pesticide Mix) was used (Appendix I). The extraction was assisted by a Mars Xtraction microwave (MAE) model 907501 from Matthews CEM Corporation. The technique that was used in this study was the one described by Wentao (Wentao et al., 2007).

The calculus of concentration in parts per million (ppm) of the analytes was executed according to the following equation:

$$\text{Ppm} = \frac{(\text{M area} = \text{Std area}) * (\text{Std injected vol} / \text{M injected vol}) * (\text{Std concentration} = 1 \times 10^{-6}) * (\text{M vol in mL} / \text{M weight in grs})}{\text{M weight in grs}}$$

Where:

M = Sample

Std = Standard

It has to be considered that all samples are reconstituted with 2 mL of hexane, where 1 microliter is injected into the chromatograph.

Laboratory analysis for the determination of organochloride compounds was performed at the Centre for Ecology, Fisheries and Oceanography of the Gulf of Mexico (EPOMEX) at the Universidad Autónoma de Campeche.

The response variables were the levels of persistent organic compounds and the degradation products found in the serum. On the other hand, the exposure and control variables where the place of origin of the sample (altitudinal gradient), age, number of deeds, occupation and consumption of food in the region.

Table 4. Descriptive statistics (quantitative data) for blood serum (ppm) – HCH

Statistics	Alfa HCH	Beta HCH	Delta HCH	gamma HCH	Sum HCH
Number of observations	245	245	245	245	245
Minimum	0.015	0.004	0.000	0.017	0.000
Maximum	0.148	0.551	0.000	0.374	0.948
1st Quartile	0.022	0.050	0.000	0.028	0.000
Median	0.038	0.073	0.000	0.040	0.000
3rd Quartile	0.050	0.116	0.000	0.076	0.050
Average	0.040	0.102	0.000	0.069	0.042
Variance (n-1)	0.001	0.009	0.000	0.005	0.008
Standard deviation (n-1)	0.025	0.094	0.000	0.071	0.088

Table 5. Descriptive statistics (quantitative data) for blood serum (ppm) – Endosulfan

Statistics	Endosulfan I	Endosulfan II	Endosulfan Sulfate	Sum Endosulfan
Number of observations	245	245	245	245
Minimum	0.023	0.050	0.036	0.000
Maximum	0.222	0.619	0.522	0.744
1st Quartile	0.044	0.074	0.063	0.000
Median	0.059	0.098	0.098	0.000
3rd Quartile	0.083	0.144	0.133	0.095
Average	0.069	0.132	0.120	0.067
Variance (n-1)	0.002	0.011	0.009	0.013
Standard deviation (n-1)	0.040	0.106	0.095	0.115

RESULTS AND DISCUSSION

The values for maximum and minimum levels of HCH, endosulfan and DDT in blood serum and fat in the blood serum are shown in the tables 4, 5, and 6. The results are presented for serum and fat in the blood serum because the investigations are presented different units and they are necessary to compare results.

On the other hand, the results for fat in the blood serum can be seen in tables 7, 8, and 9.

The reported variance values states that not all samples had values above the limit of detection (LOD) of the equipment, so they are reported as Not Detected (ND).

Normality of the data was checked with the Lilliefors test using STATISTICA software version 7 (StatSoft Inc., 2001). The following values were obtained from blood serum: Σ HCH $D=0.280$, $p<0.0001$, Endosulfan $D=0.280$, $p<0.0001$, Σ DDT $=0.303$, $p<0.0001$, and from the fat in the blood serum: Σ HCH $D=0.381$, $p<0.0001$, Endosulfan $D=0.434$, $p<0.0001$.

Table 6. Descriptive statistics (quantitative data) for blood serum (ppm) – DDT

Statistics	op DDD	op DDE	op DDT	pp DDD	pp DDE	pp DDT	Sum DDT
Number of observations	245	245	245	245	245	245	245
Minimum	0.000	0.000	0.005	0.001	0.029	0.064	0.000
Maximum	0.003	0.019	0.031	0.386	3.642	0.806	3.644
1st Quartile	0.001	0.006	0.007	0.079	0.073	0.116	0.000
Median	0.001	0.007	0.009	0.108	0.140	0.177	0.077
3rd Quartile	0.001	0.009	0.012	0.158	0.315	0.277	0.234
Average	0.001	0.008	0.011	0.124	0.288	0.231	0.193
Variance (n-1)	0.000	0.000	0.000	0.005	0.205	0.024	0.140
Standard deviation (n-1)	0.001	0.005	0.006	0.074	0.453	0.155	0.374

Table 7. Descriptive statistics (quantitative data) for fat in the blood serum (ppm) – HCH

Statistics	Alfa HCH	Beta HCH	Delta HCH	gamma HCH	Sum HCH
Number of observations	245	245	245	245	245
Minimum	0.699	0.417	0.001	0.656	0.000
Maximum	212.401	519.227	0.495	332.597	581.223
1st Quartile	1.741	2.527	0.002	2.363	0.000
Median	3.145	5.438	0.010	5.274	0.098
3rd Quartile	50.893	14.726	0.083	49.175	6.059
Average	33.269	46.241	0.053	31.755	21.335
Variance (n-1)	2909.254	11466.067	0.008	2815.730	4957.570
Standard deviation (n-1)	53.938	107.080	0.091	53.063	70.410

Table 8. Descriptive statistics (quantitative data) for fat in the blood serum (ppm) – Endosulfan

Statistics	Endosulfan I	Endosulfan II	Endosulfan Sulfate	Sum Endosulfan
Number of observations	245	245	245	245
Minimum	1.271	1.282	2.113	0.000
Maximum	318.952	739.188	750.654	1069.606
1st Quartile	3.308	4.267	4.063	0.000
Median	6.403	9.615	12.091	0.000
3rd Quartile	17.752	156.344	149.130	4.143
Average	47.756	95.817	105.477	33.165
Variance (n-1)	7114.750	22289.337	24178.127	12678.324
Standard deviation (n-1)	84.349	149.296	155.493	112.598

Table 9. Descriptive statistics (quantitative data) for fat in the blood serum (ppm) – DDT

Statistics	op DDD	op DDE	op DDT	pp DDD	pp DDE	pp DDT	Sum DDT
Number of observations	245	245	245	245	245	245	245
Minimum	0.010	0.014	0.319	0.496	1.637	3.243	0.000
Maximum	2.984	34.463	40.075	523.161	5829.750	985.873	5832.734
1st Quartile	0.036	0.388	0.521	5.485	6.933	8.473	0.000
Median	0.081	0.747	1.454	10.142	82.119	44.007	8.429
3rd Quartile	1.049	15.241	15.481	80.213	250.075	344.833	94.606
Average	0.563	7.532	8.172	72.462	320.093	195.783	190.361
Variance (n-1)	0.537	109.683	128.633	13741.921	617690.729	62395.538	379536.799
Standard deviation (n-1)	0.733	10.473	11.342	117.226	785.933	249.791	616.066

In Annex II the values found for these compounds in the samples of blood serum and fat in the blood serum are presented.

Once that the data was verified to check that it is not normally distributed, the Spearman statistics was performed to observe if any of the independent considered variables in the study had a direct relationship with the levels of HCH, DDT and endosulfan that were found in the samples (blood serum and fat in the blood serum). Spearman's test did not report a positive correlation in the concentration of the compounds studied by using the parameters: age, number of pregnancies or fish consumption.

The results showed that the values are higher than those reported by James (James et al., 2002) in blood serum (ppt). James presented the following values: (n = 399): op DDE = 326 ± 587 , \pm ppDDE = 53.888 ± 35.302 , opDDT = $2,056 \pm 1,566$, pp DDT = $14,984 \pm 8,828$). On the other hand, the results are higher than those found by López in Morelos, Mexico (López et al., 2001) (ng / ml) (2001) (n = 24). Lopez reported the following values: ppDDE = 21.8 ± 2.58 , $2.84 \pm$ ppDDT = 2.9 . However, the results obtained are similar to those reported by Walisewski (Walisewski et al., 2002) (n = 112), whose values were (mg / kg): ppDDE = 3.49 , ppDDT = 0.82 , for women living in Veracruz, México.

On the side of HCH results, gamma isomer (Lin-

dane) was observed in 75 samples with an average value of 0.068 ppm in blood serum, where endosulfan achieved an average value of 0.067 ppm. The presence of these compounds in the samples cannot be compared because it has not been studied properly.

DDT and its metabolites were present in most samples of blood serum or fat in the blood serum. This states that the main source of exposure to them is during health campaigns. It has to be noted that neither in the REBITRI or REBISO these campaigns have arrived. Therefore, it can be concluded that the arrival of these compounds to the body of women in the area of reserves is through drafts.

CONCLUSIONS

By the health implications that these kind of compounds represent, the little existing information about endosulfan or HCH in blood serum can lay the basis for the development of this kind of research in ecological reserves.

Regarding DDT, it was used for nearly 50 years in Mexico, and its persistence in the environment is reflected through pp DDE levels present in blood serum; however, these levels suggests a decrease over time.

REFERENCIAS

- Albert, L. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. Revista de toxicología en línea (RETEL). Consultada 12 de noviembre del 2007. URL: <http://www.sertox.com.ar/re-tel/default.htm>.
- Altamirano, J., Franco, R. y Bovi Mitre, M. (2004). Modelo Epidemiológico para el diagnóstico de Intoxicaciones agudas por plaguicidas. *Revista de Toxicología*, 21: 98-102
- Atuma, S. and Aune, M. (1999). Method for the determination of PCB congeners and chlorinated pesticides in human blood serum. *Bull Environ Contam Toxicol*. 62(1):8-15. doi: 10.1007/s001289900834.
- Bejarano, F. (1999). Derechos Humanos Ambientales y Plaguicidas químicos. En: Foro Nacional de Derechos Humanos y Medio Ambiente. México, D.F.
- Bolognesi, C. (2003). Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research*. 543:251-272
- Cañas, R., Sardiñas, P. y García, M. (1992). Concentración de nitratos en aguas destinadas al consumo. *Agua y Salud. Serie de Salud ambiental. Ciencias Médicas, La Habana, Cuba*. (3):89-95
- Castañeda, J., Real, M. y Noa, M. (2005). Monitoreo de plaguicidas organoclorados en la leche materna de la zona metropolitana de Guadalajara. *Memorias de la XVI semana de investigación científica. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agrícolas. CUCBA.* Pp. 597- 602
- Cedillo, L. (1997). Diagnóstico de la salud ocupacional de las mujeres residentes de la frontera México-Americana, con enfoque de género. En: Rubin-Kurtzman JR, Denman Champion CA (Compiladores). *Género, Salud y Ambiente: Una Propuesta de análisis y su pertinencia para la RED. California Center for population research. University of California, Los Ángeles*. 50p.
- CICLOPLAFEST (1998). Catálogo Oficial de Plaguicidas, Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SEMARNAP, SECOFI, SAGARPA Y SSA. México D.F. Consultada el 20 de noviembre del 2008. URL: <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/riiq/Documents/catalogo%20plag/INICIO.pdf>
- Coss, A., Cantor, K., Reif, J., Lynch, C. y Ward, M. (2003). Pancreatic cancer and drinking water and dietary sources of nitrate and nitrite. *American journal of epidemiology*, 159(7): 693-701
- Damgaard, I., Skakkebaek, N., Toppari, J., Virtanen, E., Shen, H., Schramm, K., Petersen, J., Jensen, T. y Main, K. (2006). Los plaguicidas persistentes en la leche materna humana y la criptorquidia. *Environmental Health Perspectives*. 114:1133-1138
- Der Parsehian, S. (2008). Plaguicidas organoclorados en leche materna. *Revista Hospital Materno Infantil Ramón Sárdan*. 27(2)
- Dörner, G. y Plagemann, A. (2002). DDT in human milk and mental capacities in children at school age: an additional view on PISA 2000. *Neuroendocrinal Letters*. 23: 427-431
- Escalante, R. (2006). Estudio de ordenamiento ecológico en áreas ejidales de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote: Ejido del poblado general Emiliano Zapata municipio de Ocozocoautla de Espinosa. México: CONANP.
- Escobar, D. (2008). Mujer y agua: el caso de las mujeres del Distrito de Riego No. 101, Cuxtepeques, Chiapas. *Unidad de Vinculación Docente (UVD). Universidad Autónoma de Chiapas. Enero-junio 2008*.
- Farrera, P. (2004). Acerca de los Plaguicidas y su uso en la Agricultura. *Revista Digital CENIAP HOY, Número 6, septiembre-diciembre 2004. Maracay, Aragua, Venezuela*. Consultada el día 30 de diciembre del 2007 URL: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera_r/arti/farrera_r.htm
- Ferrer, A. y Cabral, R. (1993). Collective poisoning caused by pesticides: mechanism of production, mechanism of prevention. *Journal Environmental Contamination and Toxicology*. 5:161-201
- Flores, S., Farías, P., Hernandez, M., Romano-Riquer, P., Weber, J., Dewailly, E., Cuevas-Alpuche J. y Romieu, I. (2003). Concentraciones de DDT/DDE y riesgo de hipospadias. Un estudio piloto de casos y controles *Salud Pública de México* 45 (006): 431-438.
- García, M. (1998). Efectos teratógenos de la exposición a pesticidas. *Memorias del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE): Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Valencia, España*.
- González, V., Capote, M. and Rodríguez, D. (2001). Mortalidad por intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 39:136-143.
- Gulis, G., Czaompolyava, M., y Cerhan, J. (2002). An ecologic study of nitrate in municipal drinking water and cancer incidence in Tranava District, Slovakia. *Hydrogeology Journal*, 19 (2):54-65
- Herrera, C., Ochoa, H., Franco, G., Yáñez, L. y Díaz, F. (2005). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, Mexico. *Environmental Research*, (99) 2:158-163
- Herrera, C., Franco, G., Reyes, K. y Rodríguez, M. (2008). Niveles de DDT y DDE en mujeres en edad reproductiva de Tapachula, Chiapas (México). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 8: 315-319

- Jeyaratnam, J. (1992). Acute pesticide poisoning and developing countries. En: J. Jeyaratnam (Ed.), *Occupational Health in Developing Countries*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pg. 255-264.
- Martínez, S., Pérez, M. y Navarro, M. (2006). Residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna de la zona metropolitana de Guadalajara. *Memorias de la XVII semana de investigación científica*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agrícolas CUCBA. Pp. 798-802
- Martínez, C. y Gómez, S. (2007). Riesgo Genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista de Contaminación Ambiental*. 23 (4): 185-200
- Miersma, N., Pepper, C. y Anderson, T. (2003). Organochlorine pesticides in elementary school yards along the Texas-Mexico border. *Environmental Pollution*, 16: 65-71
- Mueller, B., Searles, S., Preston, S., Holly, E., Cordier, S., Filipini, G., Peris, R., Choi, N. (2004). Household water source and the risk of childhood brain tumors: results of the SEARCH International Brain Tumor Study. *International Journal of Epidemiology*. 33:1209-1216
- Ongley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. *FAO-Riego y Drenaje*. Serie 55. 115 p.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2007). La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente. 312 p.
- Palacios, N. (2003). Aplicación de un instrumento para evaluar exposición a plaguicidas organofosforados, efectos agudos y subagudos en la salud de trabajadores agrícolas. *Revista Facultad de Medicina-UNAM*, 46(1): 22-35
- PLAGSALUD (1996). Efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente en Costa Rica. Organización Panamericana de la Salud, Ministerio de Salud. San José, Costa Rica. 36 p.
- Ravelo, P. (1995). Género y Salud femenina: una revisión de las investigaciones en México. En: González S. *Las mujeres y la Salud*. México. El Colegio de México. Pp.199-254
- Rendón, J., Tinoco, R., Guilhermino, L. and Soares, A. (2004). Effect of pesticide exposure on acetylcholinesterase activity in subsistence farmers from Campeche, Mexico. *Environmental Health*. 54(8):418-426.
- Salazar, F., Gallardo, E., Cerón, P., Loomis, D. y Borja-Aburto, V. (2004). Reproductive Effects Of Occupational DDT Exposure Among Male Malaria Control Workers. *Environmental Health Perspectives*. 112(5): 542-547
- Sandor, J., Kiss, I., Farkas, O. and Ember, I. (2001). Association between gastric cancer mortality and nitrate content of drinking water: ecological study on small area inequalities. *European journal of epidemiology*, 17:443-447.
- Sanín, L., Olave, M., Levario, M. y Idrovo, J. (2005). Agricultura y Problemas Reproductivos. ¿Cómo podemos obtener una visión de Género?. IMSS-Universidad Autónoma de Chihuahua. Presentación.
- Tinoco, R., Hunt, L., Halperin, D. and Schwartz, N. (1999). Balancing risks and resources: applying pesticides without protective equipment in southern Mexico anthropology. In: Robert, H (Ed.) *Public Health: Bridging Differences in Culture and Society*, Oxford University Press. 408 pp.
- Torriggino, A. (2003). *Agroquímicos y Salud*. Memorias del II Taller de Contaminación por agroquímicos. INTA. Pp.1-8
- Torres, L., López, L., Torres, L., Cebrian, M., Rueda, C., Reyes, R. y López, M. (1999). Levels of dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT) metabolites in maternal milk and their determinant factor. *Environmental Health*, 54: 124-129.
- Waliszewski, S., Aguirre, A. y Infazón, R. (2000). Tendencia de 1988 a 1998 de los niveles de plaguicidas organoclorados persistentes en tejido adiposo humano en Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 16(1): 13-18
- Waliszewski, S., Bermúdez, M. y Infazón, R. (2002). Niveles de DDT en tejido adiposo materno, suero sanguíneo y leche de madres residentes en Veracruz, México. *Estudio 1997-1999*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 18(1): 17-25
- Waliszewski, S., Meza, M., Infazón, R., Trujillo, P. y Morales, M. (2003). Niveles de plaguicidas organoclorados persistentes en mujeres con carcinoma mamario en Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19(2): 59-65
- Waliszewski, S., Bermudez, M., Silva, C., Infazón, R., Carvajal, O., Gomez, S., Villalobos, R., Trujillo, P., Saldaña, V., Melo, G., Esquivel, S., Castro, F., Ocampo, H., Torres, J. y Hayward, P. (2005). DDT'S, HCH and HCB Levels in breast adipose tissue in women with breast tumors. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 21(3): 133-142.
- Wang, W., Meng, B., Lu, X., Liu, Y. and Tao, S. (2007). Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides from soils: a comparison between Soxhlet extraction, microwave-assisted extraction and accelerated solvent extraction techniques. *Anal Chim Acta*. 29, 602(2):211-22. doi: 10.1016/j.aca.2007.09.023.
- Ward, M., Rusiecki, J., Lynch, C. y Cantor, K. (2007). Nitrate in public water supplies and the risk of renal cell Carcinoma. *Cancer Causes Control*, 18:1141-1151
- Yáñez, L., Ortiz, P., Batres, E., Borja, V. y Díaz, F. (2002). Levels of dichlorodiphenyltrichloroethane and deltamethrin in humans and environmental samples in malarious areas of México. *Environmental Rescute*, (88): 174-81

RESISTENCIA REAL, ÚLTIMA GARANTIZADA Y RESISTENCIA DE DISEÑO DEL POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

REAL STRENGTH, LAST GUARANTEED AND DESIGN RESISTANCE OF FIBERGLASS REINFORCED POLYMER (GRP)

Sánchez Hernández Juan Alberto¹

RESUMEN

Las varillas de Polímero Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) son un material que está siendo adoptado a nivel mundial como una opción al acero, especialmente en las zonas altamente expuestas a agentes que facultan la corrosión del acero ya que las pruebas parecen garantizar nula corrosión o poca degradación del PRFV con el paso del tiempo (Gooranorimi, Gremel, Myers, & Antonio, 2015).

El presente trabajo analiza las condiciones del estado del arte en cuanto a las características de los material fabricados en la actualidad y los compara con el código de diseño ACI 440 1R (2015) y el reciente estándar ASTM D7957/D7957M-17 (2017) para generar conciencia de la importancia de las especificaciones en los planos del material específico para el que se diseña.

Palabras clave: Compuestos poliméricos, polímero reforzado, fibra de vidrio, corrosión, concreto reforzado.

ABSTRACT

Fiberglass Reinforced Polymer (GRP) bars are a material that is being adopted worldwide as an option to steel, especially in areas highly exposed to agents that em-

power corrosion of steel as tests seem to guarantee zero corrosion or little degradation of GRP over time (Gooranorimi, Gremel, Myers, & Antonio, 2015).

This work analyzes the conditions of the state of the art in terms of the characteristics of the materials currently manufactured and compares them with the design code ACI 440 1R (2015) and the recent standard ASTM D7957/D7957M-17 (2017) to raise awareness of the importance of specifications in the plans of the specific material for which it is designed.

Keywords: Polymeric composites, reinforced polymer, fiberglass, corrosion, reinforced concrete.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los compuestos poliméricos es relativamente reciente y es a partir del año dos mil que el ACI creó el comité 440 recolectando toda información sobre el estado del arte y la técnica disponible a la fecha y dando lugar a investigaciones y códigos de diseño cuya actualización se ha dado gradualmente con los avances tecnológicos (Wainshtok Rivas, Hernández Caneiro, & Díaz Pérez, 2015). Los primeros compuestos poliméricos tomados principalmente de la carrera espacial estaban basados en fibras de carbono (CFRP), la cual resulta muy costosa para el uso masivo en el reforzamiento estructural interno del concreto, otro compuesto basado en fibras de aramida (AFRP) se dio en la búsqueda de mejor comportamiento y costo pero el uso de estos excelentes materiales se ha quedado en el reforzamiento de estructuras dañadas y deterioradas cuyos costos de demolición justifican el elevado valor de estos materiales.

El polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP o PRFV en español) cuyos primeros usos fueron para cubiertas de embarcaciones y vehículos resultó un material que podía garantizar durabilidad y resis-

¹ Integrante de la Comisión de Estructuras del Colegio de Ingenieros Civiles de Chiapas A.C. (CICCH). Email: proyest.ingenieria@gmail.com

tencia a costos aceptables. Aun así, la calidad de la fibra de vidrio y las distintas matrices poliméricas confieren propiedades muy variadas a las diferentes marcas de barras de refuerzo basadas en PRFV que actualmente existen en el mercado (Nanni, Luca, & Jawahery, 2014). Es hasta el 2017 que la *American Society for Testing and Materials* publica su norma (ASTM D7957/D7957M-17, 2017) referente a la especificación estándar para barras redondas de polímero reforzadas con fibra de vidrio para refuerzo de concreto que se tiene un referente para regular las capacidades últimas garantizadas, así como la estandarización de diámetros y nomenclatura que a la fecha aún existen en razones milimétricas y de octavos de pulgada.

La aplicación de la norma ASTM no es aun del todo obligatoria, pero es natural que ningún proveedor que quiera mantenerse en el mercado se quedará fuera de su implementación en un lapso no mayor a cinco años.

CAPACIDAD REAL Y CAPACIDAD ÚLTIMA GARANTIZADA

Como ya se mencionó, las diferentes marcas y formulaciones de fabricación de las barras de compuestos poliméricos, han dado lugar a la necesidad de que cada proveedor establezca de manera consistente las capacidades garantizadas de sus productos ya que estos no solo dependerán de sus insumos, si no del grado de industrialización y garantía del control de calidad que posean.

Las barras de compuestos poliméricos como es el caso del PRFV, son anisótropas, es decir poseen capacidades muy distintas a la tensión, corte y compresión. Por lo que cada propiedad debe obtenerse del fabricante de la barra. El cual evaluará sus materiales a partir de 25 muestras de acuerdo a una distribución normal (gaussiana), de tal forma la capacidad (C^*u) corresponda al promedio de las muestras menos tres desviaciones estándar ($C^*u = C_u = C_{prom} - 3\sigma$). Lo que garantizará que el 99.87% de los valores reales se encuentren por encima de dicha especificación (ACI 440 1R, 2015).

En esta investigación se contó con reportes del control de calidad de barras de PRFV de diferentes diámetros milimétricos, que no se detallaron y que fueron proporcionados por tres diferentes laborato-

rios, por lo que si bien no pueden referirse a un solo proveedor si nos permite tener una idea comparativa con el estándar (ASTM D7957/D7957M-17, 2017) y otras referencias.

El promedio del muestreo, su desviación estándar y el coeficiente de variación se valorizó de acuerdo con las siguientes expresiones estadísticas:

$$\bar{x} = \frac{(\sum_i^n x_i)}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n - 1}}$$

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}(100)$$

Donde: \bar{x} = Promedio de la muestra,
 σ = Desviación estándar de la muestra,
 CV = Coeficiente de variación de la muestra (expresada en por ciento),
 n = número de datos de la muestra,
 x = i-ésimo valor de la propiedad evaluada.

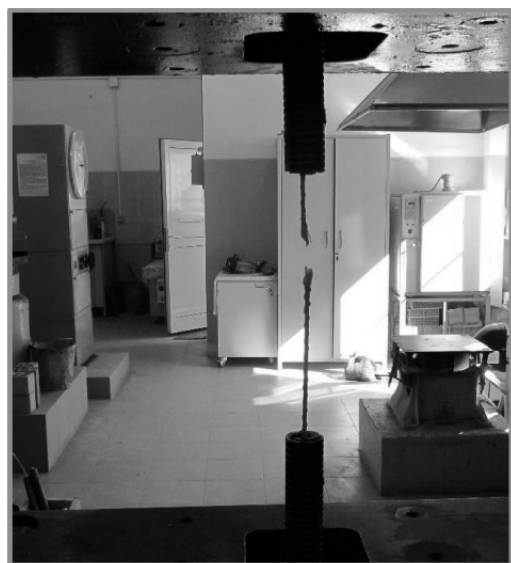


Figura 1. Prueba de tensión de barra de PRFV

Con referencia a la capacidad a tensión, se contó con 8 (ocho) reportes que acusaron lo indicado en la Tabla 1:

Tabla 1. Resultados a la falla de Pruebas a tensión en MPa

#	ff*u
1	1,180
2	1,170
3	1,060
4	1,000
5	1,370
6	1,230
7	850
8	1,140

Aplicando las expresiones estadísticas pudimos determinar la capacidad última a tensión especificable (ff*u):

$$ff_u = 1,125 \text{ MPa (máxima de ruptura)}$$

$$\sigma = 157 \text{ MPa}$$

Por lo que de acuerdo con el ACI 440 1R (2015), la capacidad última especificable sería:

$$ff^*u = ff_u - 3 \sigma$$

$$ff^*u = 655 \text{ MPa}$$

No obstante, de acuerdo con las NTC M (2017), podríamos evaluar dicha capacidad en función del coeficiente de variación de las muestras, tal como se considera para determinar la capacidad de los elementos mamposteables, de la siguiente forma:

$$ff^*u = \frac{ff}{1+2.5 CV} = 834 \text{ MPa, con } Cv = 14\%$$

Y en las que un CV mayor a 10%, podría indicar una producción menos tecnificada y si el CV excede al 30% se podría llegar a considerar de manufactura artesanal.

Ahora bien, de acuerdo con la norma ASTM D7957/D7957M-17 (2017) el valor mínimo promedio para el ff*u especificable a los diámetros entre 4 mm y 12 mm, debe ser de 829 MPa, que no parece garantizarse en esta muestra variada y lo cual resulta lógico considerando que aun cuando ninguno valor

está por debajo de lo indicado por la ASTM, la variación de resultados entre proveedores es evidente que generen una elevada desviación estándar. Ganga-Rao, Taly y Vijay (2007) refiere capacidades de 786 MPa a compuestos de Fibra de Vidrio/Epoxi, Nanni, Luca, & Jawahery (2014) establece variaciones entre 480 MPa y 1585 MPa y el ACI 440 1R (2015) entre 483 MPa y 690 MPa para estos compuestos, previos a la aparición de la norma ASTM en el 2017 y aún vigentes en Europa.

De similar forma se obtuvieron los estadísticos de la prueba al corte transversal con los siguientes resultados:

$$f_v = 232 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 42 \text{ MPa}$$

$$Cv = 18\%$$

$$f_v^*u = 105 \text{ MPa (ACI 440 1R, 2015)}$$

$$f_v^*u = 159 \text{ MPa (NTC M, 2017)}$$

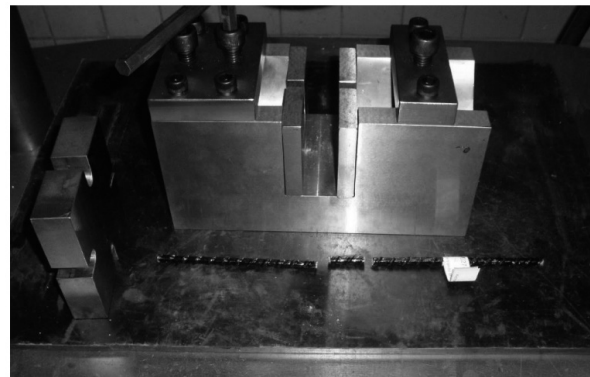


Figura 2. Prueba de corte en barra de PRFV

Siendo que las normas ASTM establecen un mínimo de $f_v^*u = 131 \text{ MPa}$, los valores aquí determinados parecen no cumplir con esta condición debido a la falta de uniformidad de la calidad de los materiales utilizados, derivado de las diversas fuentes.

Otro valor de interés es sin duda el módulo elástico, que sabemos de acuerdo con Nanni, Luca y Jawahery (2014) y el ACI 440 1R (2015) que dicho valor oscila entre diferentes proveedores en 35 GPa y 51 GPa. En tanto que los valores obtenidos nos reflejaron un promedio de: $E_f = 66 \text{ GPa}$, con un valor mínimo de 52 GPa, en la muestra. En tanto que la norma ASTM establece un mínimo de: $E_f = 44.8 \text{ GPa}$.

Como podemos observar la capacidad real de

este material, es variable por lo que es la capacidad garantizada por el proveedor es la que interesa en el análisis y diseño estructural, siendo importante consultar con el proveedor sobre estas garantías en tanto que la norma ASTM llegue a ser estandarizada a nivel mundial y pueda ser usada como referente único.

RESISTENCIA DE DISEÑO

Como menciona Sánchez Hernández (2019) el mayor problema que afecta al PRFV no es ni el ácido ni la radiación solar, sino la alcalinidad y precisamente debido a esta condición se han realizado diversas investigaciones encaminadas a constituir diseños seguros ante la pérdida de capacidad que puede representar el hecho de que la barra se encuentre

sumergida en concreto, ya que exposiciones directas en soluciones alcalinas $\text{PH}>12$ y temperaturas superiores a los 50° , parecen degradar la matriz y la fibra. Hasta el momento el uso del coeficiente ambiental (CE) que representa la prueba ASTM D7705/D7705M-19 (2019) para evaluar la resistencia a los álcalis de las barras compuestas de matriz de polímero reforzado con fibra (FRP) utilizadas en la construcción de concreto parece funcionar muy bien para estimar la pérdida de resistencia de las barras dentro de la vida útil de la estructura y en condiciones de exposición típicas, $7<\text{PH}<12$. Dicha prueba (ASTM D7705/D7705M-19, 2019) consiste en someter a las barras a una sustancia alcalina a una temperatura elevada (60°C) para simular los efectos del tiempo.

Existen 3 formas de llevar la prueba, el proce-

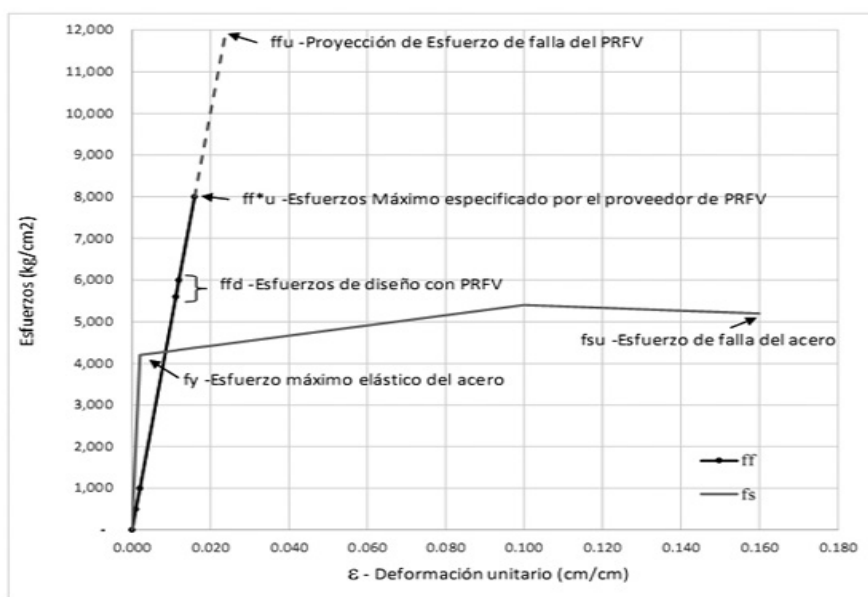


Figura 3. Límites últimos y de diseño de PRFV y Acero.

dimiento A, que es apropiado para la detección rápida de barras FRP para resistencia a los álcalis; el procedimiento B para caracterizar la resistencia a los álcalis de las barras de FRP bajo carga mecánica sostenida en un entorno alcalino acuoso estándar destinado a representar el agua de poro del concreto y el procedimiento C adecuado para caracterizar la resistencia a los álcalis de las barras de FRP bajo carga mecánica sostenida en concreto de cemento Portland. Siendo el procedimiento A, el exigido por

la ASTM D795705/D7957M-17 (2017) consistente en la inmersión durante 90 días a 60°C de las probetas que serán comparadas con el testigo, debiendo conservar el 80% de su resistencia original.

Las muestras conseguidas reportaron los siguientes valores estadísticos:

$$CE_{\text{promedio}} = 81.6\%$$

$$\sigma = 1.1\%$$

$$CE = 78.4\%$$

El ACI 440 1R (2015) sugiere los siguientes valores que deben considerarse en el diseño:

Concreto no expuesto al terreno y humedad $CE=0.80$
 Concreto expuesto a terreno y humedad $CE=0.70$

De lo anterior el esfuerzo resistente a la tensión garantizado por el proveedor, el cual siempre será inferior al caracterizado en los materiales de obra deberá afectarse por el factor CE, para obtener el esfuerzo resistente de diseño, con la intención de asegurar su correcto funcionamiento y larga vida.

$$f_{fd} = CE (f_{fu})$$

CONCLUSIÓN

Hemos podido constatar de acuerdo con el ACI 440 1R (2015) y a la bibliografía citada en esta investigación documental y las referencias en ellas expuesta, que los compuestos poliméricos y particularmente el polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV) no cumplen totalmente en la actualidad con el estándar de las normas ASTM D7957/D7957M-17 (2017) en cuanto a las características de los materiales, por lo que habrá que dar por aceptables las características de los materiales que los proveedores certifiquen como base y que garanticen que sus valores fueron estimados con patrones estadísticos válidos.

De la misma manera es necesario la aplicación del coeficiente de reducción ambiental (Coefficient Enviromental) de acuerdo con el ACI 440 1R (2015) a fin de tener diseños seguros de acuerdo a la normativa, aun cuando investigaciones como las de Gooranorimi, Gremel, Myers, & Antonio (2015) y R., Cousin, & Benmokrane (2009) sugieren valores menos conservadores, hasta que nuevas investigaciones o estadísticos más amplios respaldados por el proveedor permitan considerar valores distintos a los indicados.

REFERENCIAS

- ACI 440 1R. (2015). American Concrete Institute, Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars. Michigan: ACI.
- ASTM D7705/D7705M-19. (2019). Standard Test Method for Alkali Resistance of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Matrix Composite Bars used in Concrete Construction. Pennsylvania, U.S.: ASTM.
- ASTM D7957/D7957M-17. (2017). Standard Specification for Solid Round Glass Fiber Reinforced Polymer Bars for Concrete Reinforcement. Pennsylvania U.S.: ASTM D30.10.
- GangaRao, H. V., Taly, N., & Vijay, P. V. (2007). Reinforced Concrete Design with FRP Composites. M. Florida, U.S.: CRC Press.
- Gooranorimi, O., Gremel, D., Myers, J. J., & Antonio, N. (2015). Durabilidad a largo plazo del refuerzo interno de GFRP (PRFV) en estructuras de concreto. ACI Journal.
- Nanni, A., Luca, A. d., & Jawahery, H. (2014). Reinforced Concrete with FRP Bars, Mechanics and Design. New York: CRC Press.
- NTC M. (2017). Normas Técnicas Complementarias para Mampostería 2017. Gaceta Oficial de Cd., de México. México.
- R., M., Cousin, P., & Benmokrane, B. (2009). Durability of GFRP Reinforcing Bars Embedded in Moist Concrete. Journal of Composites for Construction. doi:10.1061/ASCE1090-0268(2009)13:2(66)
- Sánchez Hernández, J. A. (2019). Estructuras de Concreto en Zonas Costera usando Barras de Polímero Reforzados con Fibra de Vidrio. Revista PAKBAL(45), 26-32.
- Wainshtok Rivas, H., Hernández Caneiro, J. A., & Díaz Pérez, I. d. (2015). Empleo de Barras y Telas de Mallas de PRF como refuerzo del hormigón y el ferrocemento. (978-84-17098-39-1, Ed.) Habana, Cuba: Edita.me.

LA INTERCULTURALIDAD EN EL LENGUAJE Y PENSAMIENTO VARIACIONAL. UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA UNA COMUNIDAD TZELTAL*

INTERCULTURALITY IN LANGUAGE AND VARIATIONAL THINKING. A PROPOSAL FOR
INTERVENTION FOR A TZELTAL COMMUNITY

Velasco Núñez Erivan¹, Cancino Flores Mercedes G.²,
Mazariegos Liévano, Alejandro de Jesús²

RESUMEN

En este escrito se propone a la interculturalidad, como una epistemología empírica para lo variacional, mediante una estrategia metodológica que seguirá esta investigación en tres etapas, en la primera, incorporación de personas de pueblos originarios estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Civil (IC) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), en la segunda, uso de aspectos culturales objetivados o subjetivados y de su capital cultural en el diseño de situaciones problema, y en la tercera, una puesta en escena de éstas en la comunidad de origen de los colaboradores. Se ha tenido algunos resultados como la modificación de algunas situaciones problema en la interacción con una colaboradora. Consideramos que la interculturalidad puede ser una epistemología empírica para el pensamiento y lenguaje variacional.

Palabras Claves: Interculturalidad, variación, crecimiento de plantas, fases de la luna.

ABSTRACT

In this document, interculturality is proposed as an empirical epistemology for the variational, through a methodological strategy that will follow this research in three stages, in the first, incorporation of people

from indigenous community students of the degree in Civil Engineering (CE) of the Autonomous University of Chiapas (AUCH), in the second, use objectified or subjectivized cultural aspects and their cultural capital in the design of problem situations, and in the third, a staging of these in the community of origin of the collaborators. There have been some results such as the modification of some problem situations in the interaction with a collaborator. We consider that interculturality can be an empirical epistemology for variational thinking and language.

Keywords: Interculturality, variation, growth of plants, phases of the moon.

INTRODUCCIÓN

Se plantea fundamentar la propuesta de interculturalidad constituida por dos entes de la reproducción cultural, tal y como lo plantea Dietz (2017)

..., los miembros de un grupo étnico específico..., no reinventan su cultura a diario, ni cambian constantemente su identidad de grupo. La reproducción cultural, tanto de manera intra- como intergeneracional, suscita —mediante la praxis cotidiana— procesos de lo que Giddens (1995) acuñó como “rutinización”, la cual, a su vez, estructura dicha praxis. (p. 198)

Es mediante esta rutinización que el actor social, según Dietz (2017), gestiona su continuidad, tanto en **aspectos culturales objetivados** tales como instituciones, rituales y significados preestablecidos, y en **aspectos culturales subjetivados** como las prácticas y representaciones por parte de los miembros al grupo étnico al que pertenece. Consideramos que uno, o bien, los dos aspectos culturales pueden ser utilizados para la construcción de situaciones problemas para el pensamiento y lenguaje variacional. Con el objetivo de proponer a la interculturalidad, vista desde estos dos aspectos, como una epistemología

* Artículo producto del proyecto de Investigación “La variación matemática desde una perspectiva intercultural” con clave:04/ING/RPR/106/20 en la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chiapas.

¹ Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Email: erivel79@hotmail.com

² Estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas.

empírica para lo variacional.

Entonces de la reproducción cultural se pueden construir fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de saberes matemáticos propios de la variación y el cambio, que permitan un marco de referencia para la funcionalidad de un tópico matemático como lo es la variación matemática. En ese sentido, Peña-Rincón y Blanco-Álvarez (2015), nos dicen que

Estamos tan naturalizados con la idea de que la matemática es única y tiene carácter universal, que ni siquiera imaginamos la posibilidad de que existan otros conocimientos y prácticas matemáticas que amplíen y complementen las matemáticas difundidas por Occidente. Pero si analizamos las matemáticas desde un enfoque sociocultural, podemos apreciar que sí existen... (p. 216)

Consideramos relevante fundamentar en la interculturalidad desde una de las dos vertientes que emergen de la rutinización para la reproducción cultural, según Dietz, para el pensamiento variacional debido a que con ellos realizamos una inclusión para los individuos hablantes de lenguas originarias en el estado de Chiapas y se plantea un regreso a su comunidad de origen con situaciones problemas construidas de tal manera que representen un significado para ellos, ya que están inmersos en su cultura y en su contexto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La estrategia metodológica que seguirá esta investigación la hemos clasificado en tres etapas. La primera de ellas consiste en un proceso de selección de colaboradores hablantes de lenguas originarias del estado de Chiapas, y que actualmente cursan el segundo semestre de la Ingeniería Civil (IC) en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Esto con una doble intención, la primera de ellas, donde los colaboradores pueden fungir como interlocutores cuando se aplique las situaciones-problema a niños de las comunidades de origen y la segunda, que puedan aportar con su capital cultural construido hacia el aprendizaje de las matemáticas (Velasco, 2016) en la elaboración de las situaciones-problema. Consideramos relevante que el capital cultural de los colaboradores sea una he-

rramienta que se use en la construcción de las situaciones-problema debido a la interpretación sobre lo variacional que pueda darse en la lengua original del colaborador en comparación con el español.

La primera etapa la consideramos concluida, ya que cuatro colaboradoras han decidido participar en esta investigación, Tabla 1, y han elaborado una narrativa, cuento, sobre el cultivo de las plantas en relación con las fases de la luna, en el Anexo se puede ilustrar el aporte de una de ellas.

Tabla 1. Procedencia de los colaboradores en la investigación. Fuente: elaboración propia con información de los colaboradores

Colaborador	Hablante de lengua	Comunidad de origen
1	Tzeltal	Nuevo Monte Líbano, municipio de Ocosingo
2	Zoque	Ocotepec, municipio de Ocotepec
Colaborador	Escuchante de lengua	Comunidad de origen
3	Zoque	Tecpatán, municipio de Tecpatán
4	C'hol	El Limar, municipio de Tila

La segunda etapa, para la metodología, es la construcción o selección de situaciones-problema fundamentadas en la diada intercultural-variacional, desde una narrativa, un cuento, hecha por los colaboradores sobre el cultivo de plantas y su relación con las fases de la luna, aunque esto se da de una manera empírica por parte de las personas en la comunidad. Del cuento, se han identificado algunas actividades tradicionales de Nuevo Monte Líbano, una comunidad tzeltal del Municipio de Ocosingo, Chiapas. Las cuales guardan relación con el cultivo de las plantas y su relación con las fases de la luna. Analizando, a través del cuento, un aspecto cultural objetivado de las colaboradoras. Para el caso de la comunidad una de ellas, y que es lo que se muestra en este escrito, es la siembra del maíz cuando la luna está en fase de la luna nueva. Otro aspecto que consideramos relevante es el uso del capital cultural para el aprendizaje de las matemáticas, inherente en las colaboradoras.

Se considera que las fases de la luna tienen implícita un aspecto variacional en el crecimiento de

las plantas. Ya que se puede medir el cambio en la altura de una planta, la forma cuantitativa en como la medida del cambio se modifica y establecer una racionalidad a la evolución del cambio en un intervalo de fases lunares mediante la predicción. En este sentido Caballero (2018) nos dice que

... se requiere de al menos tres aspectos esenciales para estar conscientes de la noción de variación. La medición del cambio consiste en el reconocimiento cuantitativo de aquello que cambia. El análisis de la forma en cómo esa medida evoluciona consiste en describir y cuantificar la forma en cómo la medida del cambio se modifica en un intervalo. [Por último], el reconocimiento de por qué las variables cambian de la forma en qué lo hacen alude a una característica propia de la predicción, se trata de establecer una racionalidad a la evolución del cambio en un intervalo. (pp. 49-50)

Por ello consideramos que las fases de la luna, Figura 1, pueden ser utilizadas para establecer un reconocimiento cuantitativo del cambio, descripciones y cuantificaciones de la forma en cómo la medida del cambio en el crecimiento de plantas se modifica en las fases y por último el reconocimiento del por qué el crecimiento de las plantas cambia en la forma en que lo hacen.

Por ello se propone colocar en la situación-problema una medida para una planta en una fase lunar y una medida diferente en otra fase lunar, con ellos

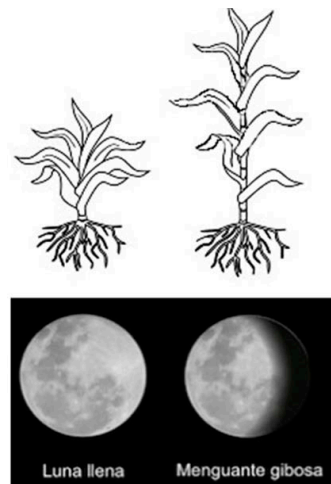


Figura 2. Reconocimiento cuantitativo para distintas fases lunares. Fuente: los autores

consideramos se puede establecer reconocimiento cuantitativo de aquello que cambia, ver Figura 2.

Por otro lado, “Estudiar el cambio en un fenómeno precisa reconocer estados intermedios para analizar el proceso de variación de las variables, esto es, dar un sentido de temporización a los fenómenos de variación, lo que permite atender al cuestionamiento ¿cómo cambia?” (Caballero, 2018, p. 95), esto para el análisis de la forma en cómo esa medida evoluciona y que guarda relación con el concepto de interpolación matemática. En este sentido sobre la temporización, y haciendo un análisis más detallado, Caballero (2018) nos aclara.



Figura 1. Nombres científicos de las fases de la luna vistas desde el hemisferio norte de la Tierra. Fuente: Geoenciclopedia (2019)

La temporización comprende dos sentidos: el primero es la identificación de estados que son sugeridos o explícitos en alguna actividad o situación. (p. 96)

Como por ejemplo, retomando la propuesta que se tiene en la Figura 2, donde de manera explícita se puede hacer un cambio en una altura para una planta que no guarde relación con la forma de su crecimiento para fases lunares anteriores a una fase lunar determinada. Con respecto al segundo sentido, Caballero, (2018) nos dice

...consiste en la construcción de los estados al no ser explícitos en la situación planteada, por ejemplo, al establecer valores específicos de las variables en una gráfica que no cuente con una escala explícita, o al reconocer instantes de tiempo específicos en el movimiento de un cuerpo. (p.96)

Por ello se propondría un cambio cuantitativo en el crecimiento de las plantas en diferentes fases lunares, es decir, la identificación de estados que son explícitos en la actividad, como se ve en la Figura 3.

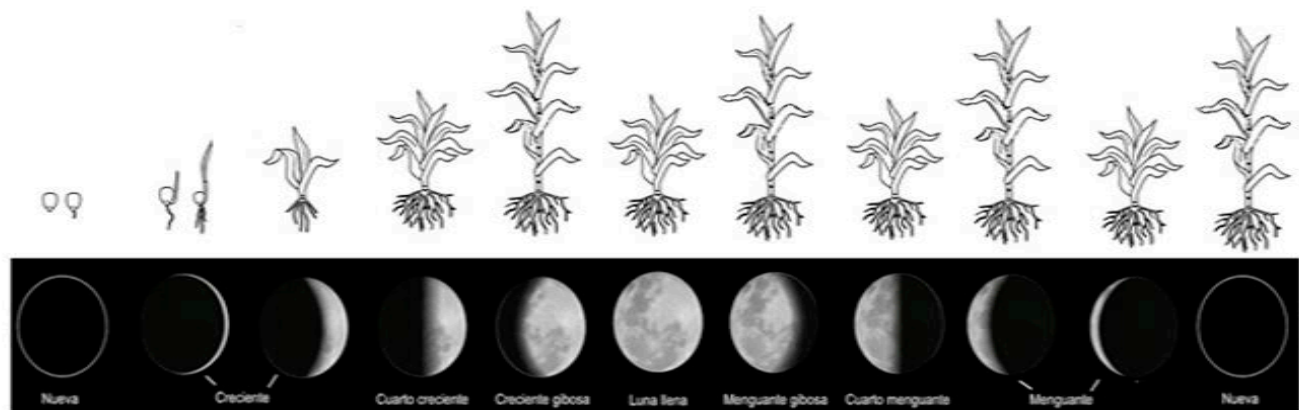


Figura 3. Propuesta de situación problema con reconocimiento cuantitativo y considerando aspectos intermedios entre dos referencias (lunas nuevas). Las lunas nuevas es un aspecto cultural subjetivado que se refleja en el cuento de Xin Guzmán Fuente: Elaboración propia.

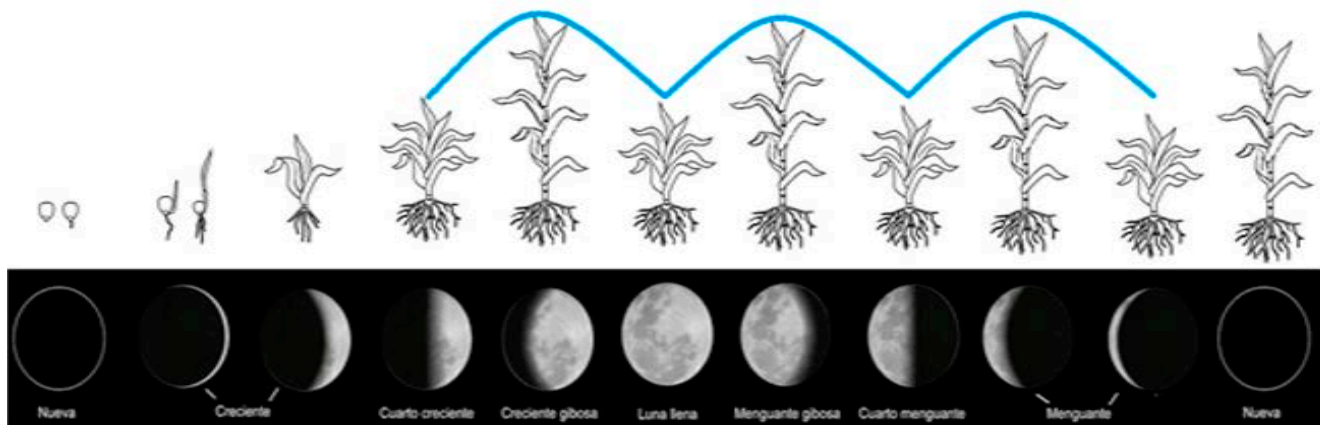


Figura 4. Ejemplo de unidad de análisis para predicción de un estado futuro. Fuente: Elaboración propia.

Al mismo tiempo construcción de los estados que no son explícitos y que tratará de reconocer un instante de tiempo específico de tiempo “lunar” posterior al mostrado en la gráfica, como en la situación planteada Figura 4.

Donde las personas pueden proponer la construcción de alguna unidad de análisis no explícita en la actividad. Dicha unidad de análisis depende de la forma que identifique la persona que interactúe con la actividad, por ejemplo, lo que se percibe en la Figura 4. Y con ella realice la predicción de la altura para una planta en una fase lunar posterior a la mostrada en la gráfica.

La tercera etapa es la puesta en escena de las situaciones-problema y el análisis de los resultados obtenidos. Se espera aplicar los diseños a estudiantes del nivel básico, en una edad de 9 a 11 años, de la comunidad de origen de los colaboradores en esta investigación. Considerando que ya están por ingresar al nivel secundaria. Para el análisis de los datos se plantea apoyarse en una propuesta hecha por Caballero (2018), la cual se visualiza en la Figura 5.

Categorías de análisis	Indicadores	Descripción	
Desarrollo de prácticas	Acción		
	Actividad		
	Práctica socialmente compartida		
Noción de variación	Órdenes de variación		
	Carácter estable del cambio		
Sistema de referencia	Relación de variables	Variables	
		Relación	
	Temporización		
	Elemento de referencia		
	Unidad de medida		

Figura 5. Instrumento para el análisis de datos. Fuente: Caballero (2018, p. 108)

Pero no se descarta la modificación de algunas partes del instrumento para el análisis de datos.

Se midieron los índices antes mencionados, abordando las unidades y realizando las mediciones de cada uno de los recorridos del sistema de transporte, con un periodo de ejecución de 2 meses.

RESULTADOS

Aunque la investigación está comenzando, ya se tienen algunos resultados, por ejemplo, en el sentido de la población a la cual podemos aplicar las situaciones problema, una colaboradora, Xin Guzmán (en idioma tzeltal), nos dice la edad en la que en su comunidad los niños ya van a cuidar la siembra, es decir, ponen en práctica lo observado y aprendido de manera empírica de sus familiares o de su comunidad:

“...de diez pa’riba, los niños ya van al campo ..., ya saben cómo va la onda, de cómo va creciendo las plantas...y si lo entenderían, en base a esas preguntas...” (Xin Guzmán)

De este aporte se rescata la edad de los niños a los cuales se les puede aplicar la situación problema en la comunidad de origen de la colaboradora.

Se construye la gráfica mostrada en la Figura 3, repitiendo el cambio cuantitativo mostrado en la Figura 2. Se le pregunta a la colaboradora si este tipo de crecimiento para toda la milpa tendría sentido para los niños de su comunidad, y en ese sentido, ella nos comenta

“no tendría significado para los niños que cuidan el cultivo, porque la milpa no se comporta así, tal vez si fueran plantas diferentes” (Xin Guzmán)

Para ello, se propone realizar una modificación a la gráfica en el sentido que se muestra en la Figura 3, y en relación con que el comportamiento sea en la misma planta.

“Si le llega una plaga y no llega a morir, se detiene su crecimiento, si tendría un lapso de tiempo que este así [realiza un movimiento con su mano semejante a una función constante], su tamaño que tiene cuando le llego la plaga, constante por un tiempo...y si puede crecer más si se le da los cuidados” (Xin Guzmán)

Entonces si repetimos el proceso de detener el crecimiento de la planta (suponiendo la llegada de una plaga) y de darle cuidados a la planta para que crezca en lapsos de fases lunares posteriores a la llegada de la plaga, y así sucesivamente, se puede obtener la gráfica mostrada en la Figura 6.

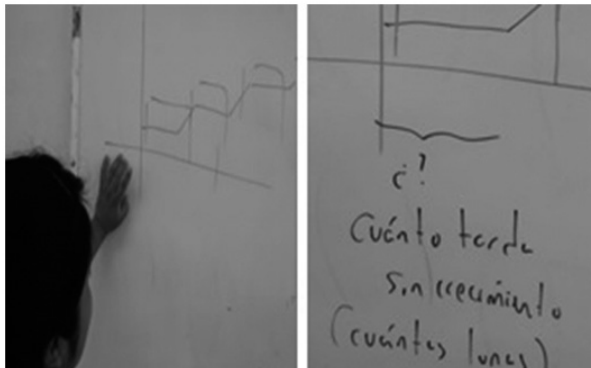


Figura 6. Construcción de la colaboradora y los autores.
Fuente: Los autores

Finalmente, un aporte que consideramos relevante por parte de la colaboradora es con respecto a las referencias de las fases lunares y la forma empírica en que ellos la usan,

“...pues prácticamente yo no sé, si allá los de mi pueblo conozcan, en sí, lo que es menguante gibosa [refiriéndose a los estados intermedios], allá más manejan lo que es la luna llena y la luna nueva...” (Xin Guzmán)

Se puede plantear el inicio o fin de las actividades en estas referencias ya que ella lo plantea desde su aspecto cultural subjetivado. Sin embargo, si considera los aspectos intermedios, aunque no con el nombre científico que en español se indica, ella nos refiere lo siguiente cuando se le cuestiona sobre si conocen esas fases lunares intermedias.

“o sea sí, [Pero, ¿cómo le hacen?] observando a la luna, pero en sí, en sí, en sí, pero que ellos sepan que sea... el nombre específico no lo saben...nada más lo hacen cercano a la luna llena o a la luna nueva” (Xin Guzmán)

Este último aporte es relevante en cuanto a la interpretación del español al tzeltal, para las fases lunares intermedias entre lunas llenas y lunas nuevas. Aunque en tzeltal no tengan un significado, si se puede operar en una gráfica, para las fases lunares intermedias, por la observación de la luna por parte de los integrantes de la comunidad tzeltal a la que pertenece. Una evidencia más de su aspecto cultural subjetivado, ya que es una práctica que realizan los integrantes de Nuevo Monte Líbano.

CONCLUSIONES

En estos primeros resultados que se han obtenido, en interacción con una colaboradora, se han hecho adecuaciones a una primera propuesta de gráfica variacional, esto denota un uso de su capital cultural incorporado hacia el aprendizaje de las matemáticas, al sugerir comportamientos sobre la gráfica propuesta y realiza un aporte sobre la edad en la cual aplicarlos a los niños en su comunidad. Estos primeros resultados son de gran importancia para la comunidad si se llega a generar un material didáctico.

También la colaboradora instruye sobre la manera en la cual plantear las preguntas para los niños en su comunidad, Ya que “...desde una perspectiva intercultural, la tarea debe ir más allá porque se hace necesario armonizar los términos. Se han de identificar los usos sociales y los significados que los términos tienen en una y otra lengua...” (Ávila, 2018, p. 192)

Finalmente podemos mencionar que la tercera etapa metodológica ha sufrido contratiempos debido a la implementación de la contingencia ocasionada por la pandemia al virus Covid-19.

REFERENCIAS

- Ávila, A. (2018). Lenguas indígenas y enseñanza de las matemáticas: la importancia de armonizar los términos. *Revista Colombiana de Educación*, (74), 177-195.
- Caballero, M. A. (2018). Causalidad y temporización entre jóvenes de Bachillerato. La construcción de la noción de Variación y el desarrollo del pensamiento y lenguaje Variacional. Centro de investigación y de estudios avanzados del instituto politécnico nacional. Ciudad de México: Tesis Doctoral no publicada
- Dietz, G. (2017). Interculturalidad: una aproximación antropológica. *Perfiles educativos*, 39(156), 192-207. Recuperado en 17 de marzo de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018526982017000200192&lng=es&tlng=es.
- Geociclopedia. (2019). Fases de la Luna. Recuperado en 17 de febrero de 2020, de <https://www.geociclopedia.com/fases-de-la-luna/>
- Peña-Rincón, P.A. y Blanco-Álvarez, H. (2015). Reflexiones sobre cultura, currículo y Etnomatemáticas, en Regina Cortina y Katy de la Garza (compiladoras). *Educación, pueblos indígenas e interculturalidad en América Latina* (pp. 213-245)., Quito-Ecuador: Ediciones Abya-Yala
- Velasco, E. (2016). Implicaciones regionales en el aprendizaje de las matemáticas. Los alumnos de la Facultad de la Facultad de Ingeniería civil. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez: Tesis Doctoral no publicada

ANEXO

Cuento de Xin Guzmán en español "Como crece el maíz"

En un pequeño pueblito de la selva lacandona, había un niño llamado manu, el niño amaba a su pueblito y él decía que nunca lo cambiaría por nada. El niño le encantaba la naturaleza y el paisaje que su pueblo poseía. Cada tarde Manu se iba a sentar en una lomita, admirando y presenciando la puesta de sol, y en ese mismo lugar se quedaba observando los árboles, plantas y cosechas. A Manu le encantaban los elotes, y un día él le pregunto a su abuelo Pedro.

Abuelo, ¿Cómo se siembra el maíz?, dijo Manu

Hijito, antes que nada, los granos de maíz deben ser seleccionados, ya que al momento de sembrar no puede haber granos picados, ni podridos. Sino que estos granos deben estar en perfecto estado.

Otra cosa muy importante es el lugar donde será la siembra, de preferencia es recomendable sembrar en un cerrito o lomita, ya que por factores climatológicos éste (el lugar), se puede inundar y echar a perder si es un lugar plano, en algunos casos. El área donde será la siembra debe estar limpia, sin ninguna planta que vaya a intervenir en el crecimiento de la cosecha. Una vez ya llegado el tiempo para la siembra, los granos de maíz deben estar fumigados por una pequeña porción de Diesel y esto se debe para evitar plagas. Una vez ya listo el terreno y los granos de maíz se prosigue en la siembra. Para sembrar el maíz se tiene que hacer un orificio de unos siete o diez centímetros(cm) de profundidad y meter cuatro o cinco granos de maíz en cada orificio, y así sucesivamente hasta terminar de sembrarlas todas, en una distancia de 70-90 cm cada una.

Otro dato que jamás se te debe de olvidar es que se puede hacer dos cosechas de maíz al año. Uno en abril-mayo que se le denomina siembra normal; la segunda es en octubre-noviembre que se le llama Tortalipa. Se eligen estas fechas porque son tiempos de lluvia. Y esto favorece el crecimiento de las cosechas.

Regresando a lo anterior, ya una vez sembrados los granos de maíz, lo único que procede sería esperar a que crezcan y limpiar constantemente el terreno de siembra para que crezcan uniformemente y tomen ese color verdécito.

¿Y ustedes no toman en cuenta las fases de la luna para cuando siembran?, pregunta manu.

Hay algunos agricultores que se basan a través de las fases lunares sobre el rendimiento del maíz. Los agricultores siembran en la luna nueva, esto se debe a que los rayos lunares entran a través del suelo. De ahí su influencia y crecimiento.

¿Cómo saben que va en correcto crecimiento la cosecha? Pregunta nuevamente Manu.

Pues tornan el color verde en sus hojas, y ya como parte final, éste se pone amarillo las hojas y se secan, y es ese momento en que se doblan todas las hojas de las mazorcas para luego llevarlas a la casa para el consumo o ya sea para comercializarla.

Wow, abuelito, ¡que padre!, a mí me gustaría aprender a sembrar maíz algún día

Claro que sí, hijito, ya aprenderás.

Después Manu le da un abrazo bien fuerte a su abuelito.

EL FRACKING Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PAISAJE

FRACKING AND ITS CONSEQUENCES IN THE LANDSCAPE

Chan-Quijano José G.*, Torres-López Karla

Bracho-Ramírez Manuel¹

RESUMEN

La fractura hidráulica o fracking es una técnica que permite la extracción de gas y petróleo del subsuelo en yacimientos no convencionales. Sin embargo, esta extracción genera impactos negativos en los ecosistemas. Por esta razón, se aborda la contaminación que genera esta técnica y sus afectaciones a nivel de paisaje en tres posibles escenarios, así como la aclimatación y posibles respuestas de las especies vegetales.

Palabras Claves: fracking, paisaje, fisiología vegetal, conflictos socio-ambientales, lluvia ácida.

ABSTRACT

Hydraulic fracturing or fracking is a technique that allows the extraction of gas and oil from the subsoil in unconventional deposits. However, this extraction generates negative impacts on ecosystems. For this reason, the contamination generated by this technique and its effects at the landscape level are addressed in three possible scenarios, as well as the acclimatization and possible responses of plant species.

Keywords: fracking, landscape, plant physiology, socio-environmental conflicts, acid rain.

INTRODUCCIÓN

El fracking o fracturación/fractura hidráulica o estimulación hidráulica es una técnica para posibilitar o aumentar la extracción de gas y petróleo del subsuelo (Jackson et al., 2013; Blake, 2016). Esta fracturación llega entre los 2000 a 3000 metros de profundidad (Osborn et al., 2011; Tollefson, 2013).

Además, Moreu (2012), Santamaría-Arinas (2014) y Gutiérrez-Nájera (2015) mencionan que el fracking es un proceso mediante el cual se inyecta a un alto volumen de agua; entre 9,000 y 20,000 m³ por pozo, para fracturar (romper) la roca, abrir y agrandar las fracturas con objeto de que los hidrocarburos fluyan al interior del pozo.

De igual forma, para la construcción de estructuras para el desarrollo del fracking y de la extracción del petróleo se deben deforestar aproximadamente 1.5 a 2 hectáreas (Beltran, 1988; Broderick et al., 2011) - sin considerar la deforestación -, a nivel de paisaje la flora se ve afectada por los contaminantes generados por el *fracking*. Esta contaminación puede tener dos reacciones de toxicidad: 1) de corto plazo o agudos y 2) de largo plazo o crónicos, ambas pueden dañar la supervivencia, el crecimiento y el éxito reproductivo de las especies vegetales a diferentes niveles. Los efectos provocados por la toxicidad - sean agudos o crónicos - dañan directamente al ecosistema (Espina y Vanegas, 2005a).

Estos niveles de toxicidad derivan de los residuos químicos tóxicos como el ácido sulfhídrico, el dióxido de azufre, el metano e hidrocarburos ligeros que se volatilizan. Estas sustancias son liberadas a la atmósfera por la técnica del fracking y generan contaminación en el suelo, agua y aire, pudiendo incluso afectar a la salud humana (SEMARNAT, 2001; Colborn et al., 2011; Osborn et al., 2011; Jackson et al., 2013; Tollefson, 2013). También se genera dióxido de carbono, que, al ser liberado a la atmósfera, in-

¹ Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco. Prol. Paseo Usumacinta km 3.5, Fracc. El Country, C.P. 86039, Villahermosa, Tabasco, México. *Autor de correspondencia: jose.chan@uagtabasco.edu.mx

* JGCQ. Candidato a Doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, M.C. en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Lic. en Manejo de Recursos Naturales. Profesor-investigador del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco.

fluye en el cambio climático (Broderick et al., 2011). De igual forma el gas metano (CH₄) al ser liberado por el fracking contribuye a la formación del ozono troposférico que afectan al ambiente natural (Kim et al., 2013).

Estas sustancias al ser liberadas, en especial dióxido de azufre, al entrar en contacto con el agua se forma el trióxido de azufre y, al estar en contacto con la atmósfera y con el agua de las lluvias se forma la lluvia ácida (Beltran, 1988). Esto causa daños a las especies de vegetales y al paisaje en general; en las plantas hay daños visibles, pero se pueden estar dando otros daños dentro de su fisiología (Espina y Vanegas, 2005b). Por otro lado, el CH₄ al mezclarse con el aire provoca una reacción explosiva y a pesar que es considerado un gas no venenoso, puede causar la muerte por asfixia (Umland y Bellama, 2000).

Por lo tanto, estas sustancias generan contaminación atmosférica y a su vez estos contaminantes se van asentando en los suelos y sobre la vegetación (Carson, 2017), provocando daños ambientales a nivel de paisaje; el paisaje tiene elementos abióticos, bióticos y humanos que se ven involucrados en la contaminación (Checa-Artasu, 2016). Por lo tanto, se realizó una revisión sobre el fracking y las posibles consecuencias que puede provocar en tres paisajes de México, así como una breve descripción de los aspectos ecofisiológicos de las plantas.

METODOLOGÍA

Se utilizó las bases de datos de Springer, Dialnet, Nature, e-REVISTAS, redalyc y SciELO, se realizó una búsqueda bibliográfica utilizando palabras clave como fracking en México, problemáticas del fracking, contaminación del paisaje, degradación del paisaje y suelos contaminados; esto arrojó un total de 215 documentos, entre artículos y libros que abarcarán la temática. De estos, se seleccionaron 60 documentos para el desarrollo del trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos obtenidos se desarrollan los siguientes apartados con el fin de dar una explicación sobre el fracking y sus consecuencias en el paisaje, así como la ecofisiología de las plantas como parte de su aclimatación a este tipo de ambientes.

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS Y PAISAJE

Las respuestas ecofisiológicas de los organismos ante el estímulo de la contaminación se pueden estar dando a niveles celulares y subcelulares, además de la interrelación entre los organismos y el ambiente natural que lo rodea (ecofisiología). Es en este proceso donde se crean las integraciones simples o complejas que nos dan respuestas de acciones nocivas y niveles de toxicidad en los diferentes paisajes (Espina y Vanegas, 2005a, b).

De acuerdo con Lambers et al. (2008) y Espina y Vanegas (2005a) el enfoque ecofisiológico permite disponer de un amplio espectro de sensibilidad para analizar los diferentes aspectos de la contaminación en los diferentes ecosistemas; es decir, se puede evaluar la relación organismoambiente-contaminación, así como la distribución de las especies en los diversos ecosistemas (ya sean en desiertos, en bosques de pino encino y en selvas tropicales) y su capacidad de tolerar algunos contaminantes.

El paisaje se debe tener en cuenta ya que es el protagonista de la modificación del entorno natural en la explotación del petróleo. Checa-Artasu (2016) menciona que el protagonismo del paisaje va asociado a la convivencia con todas las fases del ciclo productivo de los hidrocarburos, pues existen daños ambientales.

Algunos de los daños ambientales en el paisaje son los niveles de contaminación en el aire, cambios en la calidad de los suelos, disminución de nutrimentos, degradación y cambios en el ecosistema, baja o escasa disponibilidad de agua y la contaminación del mismo (García-Salazar, 2016). Cuando los contaminantes generados por el fracking se encuentran en la atmósfera como cantidades de azufre, mercurio, óxido de nitrógeno (se produce al quemar el gas) y otras partículas, se depositan sobre las plantas, los sistemas acuáticos y sobre todo en el suelo, implicando la mortandad de la flora y fauna, provoca que los cuerpos de agua no puedan sostener a las poblaciones normales de peces. Asimismo, disminuye el rendimiento agrícola por la contaminación de los suelos y se corroen las rocas (Granados-Sánchez et al., 2010). Además de esto, también se producen derrames del crudo durante todo el proceso del fracking, así como por los transportistas de los residuos,

o de las mismas estructuras que no quedan bien ajustadas por un mal mantenimiento (Wiseman y Gradjan, 2012; Konschnik, 2014; de la Vega-Navarro y Ramírez-Villegas, 2015).

DERRAMES DE PETRÓLEO

Cuando hay un derrame de petróleo, según Toledo-Ocampo (1982) y Rogner (1997) durante su infiltración en el suelo, esta sustancia se mueve principalmente por su peso específico y se integra en el subsuelo como un cuerpo cuya forma depende de la cantidad y composición de las capas del suelo. Si la cantidad de petróleo o aceite rebasa la capacidad de acumulación del terreno, los hidrocarburos se infiltrarán hasta las aguas subterráneas, dispersándose en la superficie y difundiendo en el sentido del declive o corriente del agua.

Por otra parte, algunos minerales portadores de hierro pueden servir como catalizadores en la oxidación química (en zonas saturadas e insaturadas) de los contaminantes; para ello la movilidad de las partículas del catalizador son de gran importancia en el sistema del suelo ya que la eficiencia de la oxidación depende del contacto entre contaminante/catalizador/oxidante, esto variará por el grupo de suelo (Lemaire et al., 2013; Lim et al., 2016). Lo anterior podría ayudar en 1) el entendimiento de los contaminantes, 2) sus rutas de degradación y 3) la forma de asimilación por parte de las plantas. Aunado a esto, se podría generar información para cada uno de los contaminantes y los posibles daños que le estarían provocando a las especies de plantas, así como al ecosistema en general (Lemaire et al., 2013; Small et al., 2014). Esto puede estar creando una externalidad ambiental por la valoración económica de los costos ambientales a nivel de paisaje.

POSIBLES ESCENARIOS

Ahora bien, se tomaron como posibles escenarios tres ecosistemas: el desierto de Sonora, la selva tropical en la Península de Yucatán y un bosque de pino encino del municipio de Huayacocotla, Veracruz. En estas dos últimas (desierto de Sonora y bosque tropical de la Península de Yucatán) aún no se aplica la técnica del *fracking* por estar consideradas como zonas no convencionales; las características

geológicas de estos yacimientos hacen difícil la extracción, por lo que su producción no es económicamente rentable (Aguilera-Gómez, 2015; Lajous, 2014; de la Vega-Navarro y Ramírez-Villegas, 2015; Ocampo-Téllez, 2017). A pesar de ello, se pueden armar posibles escenarios de la problemática ambiental en estos tres ecosistemas a nivel de paisaje. El desierto de Sonora es rico y complejo por su gran variedad de especies de flora y fauna, así como por sus características geológicas, por lo que es considerado como un desierto subtropical.

Este desierto para México se divide en cuatro regiones: el Altiplano de Arizona; las Planicies de Sonora; la Costa Central del Golfo y el Valle del Río Colorado Bajo (Sánchez-Escalante, 2007). El ecosistema desértico de Sonora está fuertemente amenazado por disturbios antropogénicos, principalmente transformación a agricultura, praderas para uso pecuario, minería, urbanización y desarrollos costeros. Sus suelos son predominantemente arenosos y con una rica flora de plantas efímeras estacionalmente abundantes (Martínez-Yrizar et al., 2010).

A nivel de paisaje el desierto puede verse afectado por el *fracking*, pues el ecosistema es un sistema termodinámicamente abierto, por lo que mantiene un continuo intercambio de materia y energía con su entorno. Además, los contaminantes generados afectarán a los ecosistemas colindantes del desierto (Osborne, 2000; Chapin III et al., 2002), pues se generaría contaminación atmosférica, habría una mortandad alta de cactáceas y de las plantas en general. El suelo de los desiertos (rocosos y arenosos) se vería dañado afectando su biocenosis.

Los contaminantes tendrían un comportamiento distinto al de las zonas tropicales o de niebla, debido a las variaciones del clima del desierto. Este clima de acuerdo con Martínez-Yrizar et al., (2010) se caracteriza por presentar veranos muy calientes, inviernos benignos, alta variación a lo largo del año en la diferencia de temperatura día/noche y también alta variación en la cantidad de lluvia anual típicamente bimodal con picos en invierno y verano.

Aunado a esto, las concentraciones de contaminantes que se generen por el *fracking* se volatilizarán más rápido por las elevadas temperaturas, por lo que se depositarían en el suelo rápido. La filtración de los contaminantes sería más rápida y de forma vertical, esto debido a que el suelo del desierto es arenoso.

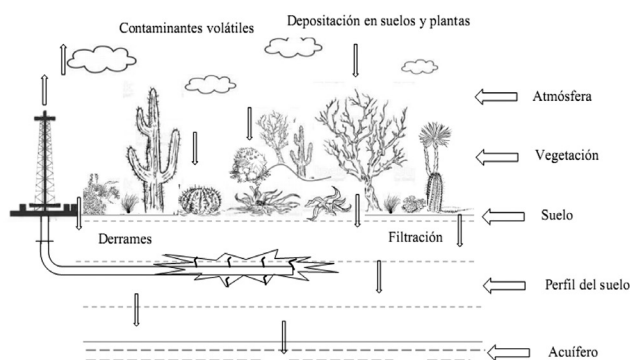


Figura 1. Posible escenario del comportamiento de los contaminantes en el desierto de Sonora. Fuente: Elaboración propia.

También las plantas se verían afectadas pues la estructura del suelo arenoso se estaría viendo dañada por los contaminantes (Figura 1; Toledo, 1982; Aguilera-Herrera, 1989; FAO 2006).

En la Península de Yucatán, el gas y petróleo que se llegase a extraer por el método fracking vendría acompañado de productos químicos. Al separar los hidrocarburos del agua (flow back o agua de retorno), se estaría realizando un coctel tóxico de imposible tratamiento y complicado depósito, por lo que se almacenaría en piletas a cielo abierto hasta que se evaporará o se inyectará de nuevo al subsuelo (PEMEX, 2007; 2014; de la Fuente y Llano, 2016).

Esto sería grave error en la Península pues sus suelos son kársticos en su totalidad (Pacheco y Vega, 2007; Bautista et al., 2015), y los contaminantes filtrarían más rápido hacia las aguas subterráneas por su alta permeabilidad, lo que se dispersarían por los canales y estructuras abiertas del subsuelo, lo que llegarían al mar (Herrera-Sansores, 2011; Tello-Taracena, 2011).

En este escenario, se estaría contando con una contaminación en el suelo, subsuelo, aguas superficiales y subterráneas (Poot-Angulo et al., 2015). Esto a su vez, estaría afectando a la vegetación del bosque tropical; la distribución de este bosque se encuentra principalmente en las partes central, oriental y meridional de la península de Yucatán (Islebe et al., 2015). Una de las características más visibles en la fisonomía de la vegetación de la Península de Yucatán es la variabilidad estacional en la cobertura foliar, así como su fenología (Valdéz-Hernández, 2015). Estos se pu-

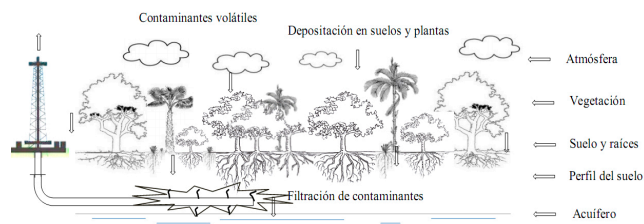


Figura 2. Posible escenario del comportamiento de los contaminantes en un bosque tropical de la Península de Yucatán. Fuente: Elaboración propia.

dieran estar afectando por los contaminantes volátiles pues los ciclos y el desarrollo de las plantas pueden disminuir. También, hay una baja disponibilidad de agua de calidad para las plantas lo que provocaría una muerte masiva de la vegetación (Figura 2).

De igual forma, se estaría afectado su dispersión, debido a la mortandad de las especies producto de la presencia de los contaminantes, y a la par, el paisaje junto con el ecosistema presentará daños (Meave et al., 2012).

Los bosques de pino-encino han sido registrados en 20 de las 32 entidades federativas en que se divide políticamente el país y capturan una buena parte de los bióxidos de carbono (Villaseñor, 2010). En la extracción por fracking en el bosque de pino-encino de Veracruz, se encontró un registro en el poblado de Huayacocotla (Bellinghausen, 2015). Esta actividad

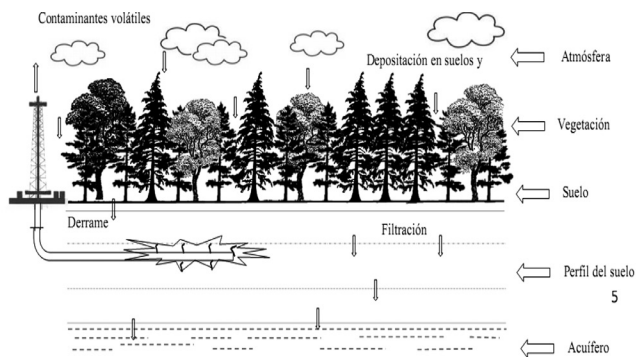


Figura 3. Posible escenario del comportamiento de los contaminantes en un bosque de pinoencino en Veracruz. Fuente: Elaboración propia.

afecta al ecosistema por todo lo expuesto anteriormente, pero a nivel de paisaje esta información es carente (Figura 3).

Lo que diferencia a cada uno de estos ecosistemas en sus afectaciones son el grupo de suelo, pues el contaminante se comporta de manera distinta dependiendo el suelo y no toda la vegetación tiene la capacidad de tolerar a los hidrocarburos del petróleo. Además de que las temperaturas de los distintos ecosistemas difieren y esto puede desarrollar los procesos químicos del contaminante más rápido (si son temperaturas más elevadas).

ACLIMATACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES

Ahora bien, en el desierto de Sonora, en el bosque tropical de la Península de Yucatán y en el bosque de pino-encino de Huayacocotla, Veracruz existen especies de plantas que pueden tolerar a los hidrocarburos después de un periodo de tiempo (aclimatación y adaptación), es decir, pueden inhibir a los contaminantes haciéndolos menos tóxicos o inicuos por procesos metabólicos, enzimáticos y por procesos de la exudación de las raíces que bioestimulan a los microorganismos de los suelos (hidrocarbonoclastas) como los *Achromobacter* (Alcaligenes) *xilosoxidans*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Brevibacterium luteum* y *Pseudomonas pseudoalcaligenes* que utilizan a los hidrocarburos como fuente de carbono y energía y a la vez apoyan a las especies vegetales a su supervivencia (Lambers et al., 2008; Adams et al., 2015; Cen-Cen et al., 2015; Burges et al., 2017).

Por otro lado, en todos los ecosistemas se debe monitorear los parámetros florísticos y estructurales, así como demográficos para reconocer a los bosques como proveedores de servicios ecosistémicos para aumentar los ingresos locales y para la obtención de madera a largo plazo de una manera sostenible. También, se podrían evaluar las condiciones de las industrias y sus afectaciones a nivel de paisaje en los ecosistemas, así como el porqué del uso del fracking.

FRACKING UN CHERNOBYL SOBRE RUEDAS

A pesar del impacto generado al ambiente y a la salud humana, la técnica del *fracking* en pozos no convencionales de gas y petróleo es de importancia

para la industria petrolera, pero ¿por qué se sigue utilizando? Quizá porque:

1. Genera un crecimiento económico al país y a la industria petrolera por la producción de petróleo y gas en menor tiempo.
2. Genera – a veces temporal – nuevos puestos de trabajo, ya que en esta actividad se requiere una gran cantidad de técnicos y operarios.
3. Aumenta – en la manufactura – los productos asociados a esta actividad.
4. “Decrece las emisiones globales de CO₂”, esto, cuando son yacimientos de gas.

Por otra parte, se reporta que se han estado utilizando menos cantidades de agua y químicos (Charry-Ocampo y Pérez, 2018), pero el impacto sobre el ambiente y la salud humana sigue siendo el mismo.

CONCLUSIONES

A pesar de que los posibles escenarios no son económicamente viables (desierto de sonora y Península de Yucatán), se abarcan por la conservación, por la importancia escénica, la económica y lo cultural que tienen estos ecosistemas en México. Además, el fracking puede afectar el paisaje a unos km hasta millones de hectáreas.

La aplicación del *fracking* en México aún es escasa; esto ambientalmente hablando es bueno, sin embargo, las pocas extracciones existentes están provocando graves daños a los ecosistemas y al paisaje en general. A su vez, los estudios a nivel de ecofisiología vegetal sobre las afectaciones de los contaminantes generados por el fracking son escasos, así como los daños provocados a los suelos.

La aclimatación de las plantas que lograsen tolerar a los hidrocarburos y a la técnica del fracking dependerá de su fenología y su desarrollo, ya que puede tardar de seis meses hasta uno o más años. Es por ello, de la importancia de estudiar la ecofisiología vegetal.

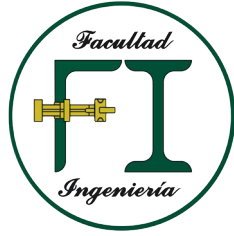
AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Mirna Valdez Hernández por sus observaciones y sugerencias para la mejora del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Adams, R.H., Álvarez-Ovando, A.L. y Castañón, G. (2015). Efecto de la concentración de hidrocarburos sobre la producción del pasto (*Brachiaria humidicola*) en Texistepec, Veracruz, Fyton. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 84, 222-232.
- Aguilera-Gómez, M. (2015). El petróleo mexicano: conflicto, esperanza y frustración. México: Programa Universitario de Estudios del Desarrollo Universidad Nacional Autónoma de México, Miguel Ángel Porrúa, Librero-Editor.
- Aguilera-Herrera, N. (1989). Tratado de edafología de México, tomo I. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bautista, F., Frausto, O., Ihl, T. y Aguilar, Y. (2015). Actualización del mapa de suelos del Estado de Yucatán México: enfoque geomorfológico y WRB. *Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 303-315.
- Bellinghausen, H. (2015). Esos árboles están ahí desde que nació el mundo: ecocidio neoliberal. México: La Jornada. Recuperado de <https://goo.gl/SVH8X2>
- Beltran, J.E. (1988). Petróleo y desarrollo: la política petrolera en Tabasco. Villahermosa, Tabasco: Gobierno del Estado de Tabasco.
- Blake, U. (2016) The unconventional oil and gas process, and an introduction to exposure pathways. En: D.A. Kaden y T.L. Rose (Eds.), *Environmental and health issues in unconventional oil and gas development* (pp. 1-12). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Inc.
- Broderick, J., Wood, R., Gilbert, P., Sharmina, M., Anderson, K., Footitt, A., Glynn, S. y Nicholls, F. (2011). *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts*. Manchester, England: Tyndall Center, University of Manchester.
- Burges, A., Epelde, L., Blanco, F., Becerril, J.M. y Garbisu, C. (2017). Ecosystem services and plant physiological status during endophyte-assisted phytoremediation of metal contaminated soil. *Science of the Total Environment*, 584-585, 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.146>
- Carson, R. (2017). Primavera silenciosa. Ciudad de México: Ediciones Culturales Paidós.
- Cen-Cen, E.R., Gómez-Merino, F. y Martínez-Hernández, A. (2015). Tolerancia de Agave tequilana a altas concentraciones de cationes metálicos divalentes. *Polibotánica* 40, 163-182. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.40.11>
- Chapin III, F.S., Matson, P.A., Vitousek y P.M. (2002). *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Nueva York, U.S.A.: Springer-Verlag.
- Chary-Ocampo, S. y A.J. Pérez. 2018. Efectos de la estimulación hidráulica (fracking) en el recurso hídrico: implicaciones en el contexto colombiano. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(1), 135-164. <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2549>
- Checa-Artasu, M.M. (2016). El paisaje, concepto útil para el análisis territorial de los campos de petróleo en México. En: M.M. Checa-Artasu y R. Hernández-Franyuti (Coords.). *El petróleo en México sus impactos sobre el territorio* (pp. 75-118). Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Colborn, T., Kwiatkowski, C., Schultz, K. y Bachran, M. (2011). Natural gas operations from a public health perspective. *Human and Ecological Risk Assessment*, 17(5), 1039-1056. <https://doi.org/10.1080/10807039.2011.605662>
- CONABIO (2010). El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- de la Fuente, A. y Llano, M. (2016). La fracturación hidráulica en la Sierra Norte de Puebla: una amenaza real para las comunidades. Ciudad de México: Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A.C., Consejo Tiyat Tlali, Alianza Mexicana contra el Fracking.
- de la Vega-Navarro, A. y Ramírez-Villegas, J. (2015). El gas de lutitas (Shale Gas) en México. *Recursos, explotación, usos, impactos*. *Economía UNAM*, 12(34), 79-105. [https://doi.org/10.1016/S1665-952X\(15\)30006-2](https://doi.org/10.1016/S1665-952X(15)30006-2)
- Espina, S. y Vanegas, C. (2005a). Ecofisiología y contaminación. En: A.V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias* (pp. 53-78). Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología.
- Espina, S. y Vanegas, C. (2005b). Ecotoxicología y contaminación. En: A.V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias* (pp. 79-120). Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología.
- FAO (2006). Base referencial mundial del recurso suelo. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, International Union of Soil Sciences, International Soil Reference and Information Centre.
- García-Salazar, E.M. (2016). Análisis integral alternativo de la exploración y explotación de Shale gas en Tamaulipas desde la perspectiva de la economía ecológica. En: M.M. Checa-Artasu y R. Hernández-Franyuti (Coords.). *El petróleo en México sus impactos sobre el territorio* (pp.119-138). Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G.F., Hernández-García, M.A. (2010). La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16(2), 187-206.
- Gutiérrez-Nájera, R. (2015). ¿Está preparado México para el fracking? *Reforma energética en México 2014*. *Sociedad y Ambiente*, 1(9), <https://doi.org/10.31840/sya.v0i9.1635>
- Herrera-Sansores, J.C. (2011). Recursos hídricos: hidrología subterránea. En: C. Pozo, N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds.). *Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*, tomo I (pp. 34-41). México: El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo, Programa de Pequeñas Donaciones.
- Islebe, G.A., Sánchez-Sánchez, O., Valdéz-Hernández, M. y Weissenberger, H. (2015). Distribution of vegetation types. En: Islebe, G.A., Calmé, S., León-Cortés, J.L. y Schmook, B.(Eds.). *Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula* (pp. 39-53). Switzerland: Springer International Publishing.
- Jackson, R.B., Vengosh, A., Darrah, T.H., Warner, N.R., Down, A., Poreda, R.J., Osborn, S.G., Zhao, K. y Karr, J.D. (2013) Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction. *PNAS*, 110(28), 1-6. <http://doi.org/10.1073/pnas.1221635110>
- Kim, W.Y. (2013). Induced seismicity associated with fluid injection into a deep well in Youngstown, Ohio. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 118, 3506-3518. <http://doi.org/10.1002/jgrb.50247>
- Konschnik, K.E. y Mark K.B. (2014). Shale gas development: a smart regulation framework. *Environmental Science and Technology*, 48(15), 8404-8416. <https://doi.org/10.1021/es405377u>

- Lajous, A. (2014). La industria petrolera mexicana: estrategias, gobierno y reformas. México: Fondo de la Cultura Económica, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Lambers, H., Chapin III, F.S. y Pons, T.L. (2008). *Plant physiological ecology*. New York, U.S.A.: Springer Science Business Media
- Lemaire, J., Bués, M., Kabeche, T., Hanna, K. y Simonnot M.O. (2013). Oxidant selection to treat an aged PAH contaminated soil by in situ chemical oxidation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 1261-1268. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.09.018>
- Lim, M.W., Lau, E.V. y Poh, P.E. (2016). A comprehensive guide of remediation technologies for oil contaminated soil - Present works and future directions. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 14-45. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.023>
- Martínez-Yrizar, A., Felger, R.S. y Búrquez, A. (2010). Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender (Eds.). *Diversidad biológica de Sonora* (pp. 129-156). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Meave, J.A., Romero-Romero, M.A., Salas-Morales, S.H., Pérez-García, E.A. y Gallardo-Cruz, J.A. (2012). Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas*, Núm. 21(1-2), 85-100.
- Moreu-Carbonell, E. (2012). Marco jurídico de la extracción de hidrocarburos mediante fractura hidráulica (fracking). *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 3(2), 1-43.
- Ocampo-Télez, E. (2017). Producción de petróleo de México: escenarios 2040. Programa Universitario de Estudios de Desarrollo Universidad Nacional Autónoma de México.
- Osborn, S.G., Vengosh, A., Warner, N.R. y Jackson, R.B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. *PNAS*, 108(20), 8172-8176. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100682108>
- Osborne, P.L. (2000). *Tropical ecosystems and ecological concepts*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Pacheco, M.A. y Vega, F.J. (2007). Reseña geológica. En: L.M. Mejía-Ortíz (Ed.). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel* (pp. 33-42). México: Universidad de Quintana Roo, Plaza y Valdés Editores.
- PEMEX (2007). *Las reservas de hidrocarburos de México*. México: Petróleos Mexicanos Exploración y Producción.
- PEMEX (2014). *Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del Proyecto Regional Poza Rica-Altamira y Aceite Terciario del Golfo 2013-2035*. México: Petróleos Mexicanos Exploración y Producción.
- Poot-Angulo, L., Leal-Bautista, R.M. y Casas-Beltrán, D.A. (2015). Los suelos como amortiguadores del transporte de contaminantes químicos al acuífero en la Riviera Maya, México. 2° Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Ingeniería Ciencia y Gestión Ambiental, A.C. Coyoacán, México.
- Rogner, H.H. (1997). An assessment of world hydrocarbon resources. *Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 217-262. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.22.1.217>
- Sánchez-Escalante, J.J. (2007). Plantas nativas de Sonora: las plantas del desierto sonorense. *Revista Universidad de Sonora*, 19, 20-22.
- Santamaría-Arinas, R.J. (2014). Las claves jurídicas del debate sobre el fracking. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 5(1), 1-38.
- SEMARNAT (2001). *Guía para la correcta selección y empleo de métodos de estimación de emisiones contaminantes*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte.
- Small, M.J., Stern, P.C., Bomberg, E., Christopherson, S.M., Goldstein, B.D., Israel, A.L., Jackson, R.B., Krupnick, A., Mauter, M.S., Nash, J., North, D.W., Olmstead, S.M., Prakash, A., Rabe, B., Richardson, N., Tierney, S., Webler, T., Wong-Parodi, G. y Zielinska, B. (2014). Risks and risk governance in unconventional shale development. *Environmental Science and Technology*, 48(15), 8289-8297. <https://doi.org/10.1021/es502111u>
- Tello-Taracena, H.A. (2011). Suelos. En: C. Pozo, N. Amijo-Canto y S. Calmé (Eds.). *Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*, tomo I (pp. 57-61). México: El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo, Programa de Pequeñas Donaciones.
- Toledo-Ocampo, A. (1982). *Petróleo y ecodesarrollo en el sureste de México*. México: Centro de Ecodesarrollo.
- Tollefson, J. (2013) Gas drilling taints groundwater: chemical analysis links methane in drinking wells to shale-gas extraction. *Nature*, 498, 415-416.
- Umland, J.B. y Bellama, J.M. (2000). *Química general*. México: International Thomson Editores.
- Valdéz-Hernández, M. (2015). Vegetative and reproductive plant phenology. En: Islebe, G.A., Calmé, S., León-Cortés, J.L. y Schmook, B. (Eds.). *Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula* (pp. 57-96). Switzerland: Springer International Publishing.
- Valdéz-Hernández, M., González-Salvatierra, C., Reyes-García, C., Jackson, P.C. y Andrade, J.L. (2015). Physiological ecology of vascular plants. En: Islebe, G.A., Calmé, S., León-Cortés, J.L. y Schmook, B. (Eds.). *Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula* (pp. 97-129). Switzerland: Springer International Publishing.
- Valdéz-Hernández, M., Sánchez-Sánchez, O., Islebe, G.A., Snook, L.K. y Negreiros-Castillo, P. (2014). Recovery and early succession after experimental disturbance in a seasonally dry tropical forest in Mexico. *Forest Ecology and Management*, 334, 331-343. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.018>
- Villaseñor, J.L. (2010). El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Wiseman, H. y Gradijan, F. (2012). Regulation of shale gas development, including hydraulic fracturing. Austin, Texas: Center for Global Energy, International Arbitration and Environmental Law, University of Texas School of Law.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CAMPUS I

LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Por acuerdo del Comité Científico y Comité Editorial de la Facultad de Ingeniería se establecieron los Lineamientos Generales para la publicación de artículos originales, científicos y tecnológicos de la Revista Pakbal. Lo anterior, con la finalidad de normar la metodología para su elaboración y presentación.

Los artículos deberán cumplir lo siguiente:

- **Máximo 10 cuartillas.**
- **Título en español e inglés.** -No debe ser mayor a 15 palabras y debe describir el contenido claro, preciso y conciso.
- **Nombre de autor y coautores.** -Máximo cuatro integrantes.
- **Resumen.** -Debe presentarse en español y en inglés (abstract) de 150 palabras cada uno. En el que se indique de forma clara y breve el propósito de la investigación, procedimientos básicos, resultados y conclusiones. Evitar uso de abreviaturas y términos especializados.
- **Palabras clave.** -Presentar máximo cinco palabras clave en español e inglés (keywords) y deben aparecer debajo del resumen en la misma página.
- **Abreviaturas.** -Deben ser definidas la primera vez que se mencionan. Si fuera esto en el resumen, entonces debe definirse de nuevo en el cuerpo principal del texto.
- **Introducción y/o antecedentes.** -Indica el preámbulo del contenido.
- **Método o análisis.** -Describe el diseño de la investigación o contenido y se explica cómo se llevó a la práctica, justificando la elección de métodos, técnicas o instrumentos.
- **Resultados.** -Resalta los hallazgos relevantes, presentado en textos, tablas o ilustraciones.
- **Discusión.** -Interpretación de resultados y su significado sobre el trabajo de otros autores.
- **Conclusiones y/o recomendaciones.** -Delimita y precisa el contenido o tema o tratado.
- **Referencias.** -Se incorpora al final del artículo, en orden alfabético todas las obras citadas en el texto y pies de página. El autor debe revisar cuidadosamente que no haya omisiones e inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Usar formato APA versión 6.
- **Cuerpo del texto.** -Letra Arial 11 pts, interlineado sencillo, para que coincidan con las características de edición.
- En los artículos deberán referenciarse: tablas y figuras (gráficas, imágenes, fotografías, etc.)
- Numerar el material gráfico y tablas (mapas, fotos, gráficos): escala de grises, resolución 300 dpi, en formato JPG, PNG o TIFF.
- El autor del artículo deberá proporcionar su formación académica y correo electrónico.

OFRECE SUS SERVICIOS EN:

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

- Análisis de agregados inertes (arena y grava) para concreto hidráulico y mortero hidráulico.
- Cálculo de proporcionamiento
- Pruebas de desgaste
- Ruptura de especímenes de concreto
- Ruptura de especímenes de mortero hidráulico
- Análisis de materiales para terracerías subrasantes
- Análisis de materiales pétreos para revestimiento, sub-bases hidráulicas y carpeta asfáltica (varillas corrugadas de 1", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8" y 5/16")
- Ruptura de bloques sólidos, adoquines, etc.
- Estudios destructivos y no destructivos en concreto endurecido



SERVICIOS TOPOGRÁFICOS



- Líneas de control GPS (método estático).
- Levantamientos con equipo GPS en el sistema RTK.
- levantamientos para proyectos de carreteras agua potable, topohidráulicos, agrimensura, etc.
- Deslindes y configuración de terrenos.

Revista

PAKBOL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

ISSN: 1665-4668

latindex

FOLIO: 23060
WWW.LATINDEX.ORG