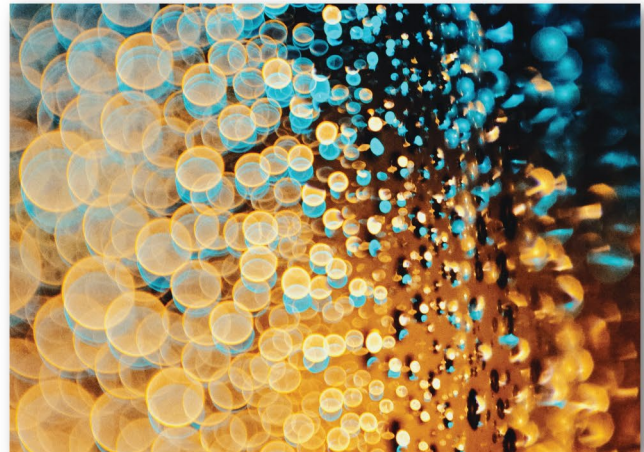




GACETA DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

ISSN: 1870-347X

No. 162 | septiembre - octubre 2023



Nuevos materiales para la industria de la construcción a partir del aprovechamiento de residuos y subproductos industriales

Los acuíferos de las islas de barrera de Yucatán, el caso del puerto de Sisal

Estudio numérico de la generación de cavitación en pinzas de camarón

Generación de residuos de la construcción y normativa aplicable en la Ciudad de México

Diseño y producción de gotas, microgotas y vapores para la sanitización de ambientes.

EDITORIAL

En este penúltimo bimestre del año en curso, hemos sido testigos del avance de un importante acontecimiento que definirá el futuro de nuestra Universidad, como es el proceso de designación de la persona que ocupará la Rectoría a finales del mes de noviembre, tarea que es responsabilidad de los miembros de la Junta de Gobierno. Hasta el mes de octubre, hay 10 académicas y académicos, de 17 que manifestaron interés para participar en el proceso, que fueron seleccionados para la segunda etapa del proceso de designación; en esa lista, se encuentran dos investigadores del Instituto de Ingeniería, Sergio Alcocer Martínez de Castro y Luis Álvarez Icaza Longoria, quienes poseen grandes capacidades y cualidades para cumplir de manera sobresaliente con esa gran encomienda.

Por otra parte, como en el bimestre anterior, el personal académico de nuestro Instituto se ha hecho acreedor a diversos premios y distinciones. En primer lugar, quisiera mencionar que la Dra. Cristina Verde Rodarte, investigadora titular en la Coordinación de Eléctrica y Computación, Subdirección de Electromecánica, en una ceremonia protocolaria realizada el pasado 29 de septiembre en el Palacio de Minería, recibió el nombramiento como Académica de Honor; reconocimiento que, desde mayo de este año, se le había conferido a la Dra. Verde por parte de la Academia de Ingeniería A.C. Es de destacar que este nombramiento es la primera vez en la historia de la Academia que lo recibe una Mujer, el cual, es completamente merecido por las aportaciones realizadas a la Ingeniería Eléctrica por parte de la Dra. Verde.

De manera adicional, en una ceremonia celebrada en el Teatro Juan Ruiz de Alarcón, el 25 de octubre, presidida por el Rector de la UNAM, Dr. Enrique Graue Wiechers, el Dr. Rodolfo Silva Casarín fue ganador del Premio Universidad Nacional (PUN) 2023 en la categoría de investigación en ciencias exactas; asimismo, el Dr. Julián Carrillo Reyes recibió el Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (RDJUNJA) 2023 en Innovación Tecnológica y Diseño Industrial. Me congratulo por los reconocimientos tan merecidos que recibieron por sus trayectorias y auguro que vendrán más premios para ellos en un futuro.

Continuando en el tema de premiaciones, la Dra. Angélica Lozano Cuevas, Directora de la Cátedra Abertis, organizó la ceremonia de entrega de los premios a las mejores tesis de posgrado de investigación sobre Movilidad sostenible; en la ceremonia celebrada el 20 de septiembre se tuvieron dos ganadores en el nivel de Doctorado, una en el tema de Gestión de infraestructura y servicios del transporte y otra en Seguridad Vial. En el nivel de Maestría para el tema de Gestión de infraestructura y servicios del transporte, solamente hubo un ganador, Óscar Eduardo Nieto Garzón, quien fue estudiante del Instituto de Ingeniería, con la Dra. Lozano como su tutora. En el marco

de ese evento, también se realizó una serie de conferencias, una que destaco es el testimonio personal que presentó la Mtra. Gabriela Ruiz Zetina para concientizar a nuestros jóvenes sobre la importancia de la seguridad vial, con el fin de que tomen las precauciones recomendadas para circular cuando manejen y no se expongan ellos mismos ni a los demás a sufrir accidentes que pueden ser irreparables.

En otro contexto, con motivo de la celebración del Día de Muertos y para concientizar a nuestra comunidad de la importancia de proteger nuestro planeta, los miembros del Subcomité de Admisión por Campo del Conocimiento (SACC) de Ingeniería Ambiental, encabezados por la Dra. María Neftalí Rojas Valencia, Presidente, organizaron el 27 de octubre un desfile de disfraces con materiales reciclables; evento en el que participaron de manera muy entusiasta los estudiantes de ese posgrado. En este sentido, los invito a que participen con acciones para cuidar el agua, en el concurso Reto UNAM por el Agua, en el que actualmente ocupamos el primer lugar empatados con el Instituto de Geofísica. Este evento también contribuye a que nuestra comunidad estudiantil pueda tener un espacio de convivencia, que en nuestros días se requiere más que nunca, después del aislamiento que acentuó la pandemia por la COVID-19.

Aprovecho este espacio para comunicarles que, he designado al Dr. José Enrique Guzmán Vázquez como nuevo titular de la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales, a partir del 1 de noviembre, y a quien agradezco por aceptar este gran reto de colaborar con las autoridades del Instituto y de la UNAM para trabajar de manera conjunta, armoniosa, responsable, objetiva y en apego a la normatividad existente en la búsqueda de mejoras de los servicios y herramientas que existen para facilitar y hacer más productivo el trabajo académico. También felicito y agradezco al Dr. Martín Salinas Vázquez por su labor al frente de esta coordinación a lo largo de más de doce años y le deseo el mayor de los éxitos en lo que sigue en su carrera.

Finalmente, espero que descansen mucho en estos días de asueto del 1 y 2 de noviembre, que se recarguen de energía muy positiva y que los disfruten con su familia. También quisiera hacer un atento recordatorio a todos los miembros de nuestro instituto para que participen en la comida de fin de año que organizan entusiastamente algunas académicas. Creo que es un espacio ideal de sana convivencia para cerrar muy bien este año. |

Cordialmente,
Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Directora
Instituto de Ingeniería, UNAM

Rector
Dr. Enrique L. Graue Wiechers

Secretario General
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario Administrativo
Dr. Luis A. Álvarez-Icaza Longoria

Secretaría de Desarrollo Institucional
Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretario de Prevención,
Atención y Seguridad Universitaria
Lic. Raúl

Arcenio Aguilar Tamayo

Abogado General
Dr. Alfredo Sánchez Castañeda

Coordinador de la Investigación Científica
Dr. William H. Lee Alardín

Director General de Comunicación Social
Mtro. Néstor Martínez Cristo

Directora
Dra. Rosa María Ramírez Zamora

Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Carlos Javier

Mendoza Escobedo

Subdirectora de Hidráulica y Ambiental
Dra. Rosa

María Flores Serrano

Subdirector de Electromecánica
Dr. Arturo Palacios Pérez

Subdirector de Unidades Académicas Foráneas
Dr. Germán Bultrón Méndez

Secretaría Académica
Dra. Norma Patricia López Acosta

Secretaría Administrativa
Mtra. Dulce María López Nava

Secretario Técnico
Arq. Sebastián Israel Martínez Bucio

Secretario de Telecomunicaciones e Informática
Ing. Marco Ambríz Maguey

Secretaría Técnica de Vinculación
Mtra. María del Rocío

Cassaigne Hernández

Editor responsable
Lic. Verónica Benítez Escudero

Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero

Fotografías
Archivo Fotográfico del IIUNAM

Diseño
Lic. Oscar Daniel López Marín

Corrección de estilo
Gabriel Sánchez Domínguez

GACETA DEL IIUNAM

GACETA DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM, Año 2023, Número 161, julio - agosto 2023, es una publicación bimestral de acceso abierto, Domicilio Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Instituto de Ingeniería, UNAM, Edificio 1 Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, teléfono 5623-3600, Dirección electrónica de la publicación <http://www.ingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Gaceta/Paginas/default.aspx> Editor responsable: Lic. María Verónica Benítez Escudero, Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2022-120913281300-109, ISSN «En trámite», Responsable de la última actualización: Lic. María Verónica Benítez Escudero, Domicilio Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de última modificación 28 de febrero 2023.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o del Instituto de Ingeniería, UNAM.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

NUEVOS MATERIALES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES

J. FERNANDO RAMOS MORENO,
EMMANUEL ROSAS GARCÍA
Y TANIA ARIADNA GARCÍA MEJÍA

En el año 2021 se emitieron alrededor de 2.9 gigatoneladas de CO₂ a partir de la producción de cemento¹. A medida que la demanda de cemento continúa aumentando exponencialmente, la industria está adoptando diversas medidas para alcanzar el objetivo de “cero emisiones netas” al limitar el calentamiento global a 1.5 °C para finales de siglo². Para lograr este objetivo, se están desarrollando varias estrategias a lo largo de toda la cadena de valor, incluida la producción de concreto³. El uso de combustibles alternativos, calcinación eléctrica utilizando energía renovable, implementación de tecnologías de captura, utilización y almacenamiento de carbono, uso de fundentes y mineralizadores para la fabricación de clínker a temperaturas más bajas, el uso de materiales

cementantes suplementarios, así como el desarrollo materiales de reemplazo del cemento Portland ordinario (CPO) son solo algunas de estas estrategias^{4,5}. Los materiales activados por álcali (MAA) se han posicionado como una alternativa sustentable al CPO en la fabricación de morteros, concretos y otros materiales, que han generado gran interés debido a sus propiedades y ventajas (Fig. 1). Los MAA describen una familia de materiales obtenidos a partir de la activación química de un aluminosilicato sólido (precursor) con un activador en forma líquida o sólida que contiene metales alcalinos o alcalinotérreos (Na, K, Li, Ca), a temperatura ambiente o menor a 90 °C. La activación de los diferentes precursores promueve la formación del gel M-A-S-H o C-A-S-H (M=Na⁺, K⁺, C=Ca²⁺, A=Al₂O₃, S=SiO₂, H=H₂O), producto de las reacciones hidrólisis, polimerización y solidificación, responsable de la estructura y resistencia mecánica de los MAA⁶. Estos materiales tienen como principal ventaja, la posibilidad de emplear un amplio abanico de aluminosilicatos naturales y sintéticos (Fig. 1). Entre los precursores comúnmente utilizados se encuentran la escoria de alto horno (EAH), ceniza volante (CV) y metacaolinita (MK) con una disponibilidad global aproximada de 530, 900 y 6,000 millones de toneladas, respectivamente. Algunos informes sugieren que tanto las CV como la EAH han experimentado una reducción en su generación debido a cambios en los sectores de energía y el acero, sin embargo, las cantidades disponibles son grandes. Especialmente en el caso de las CV, se tienen alrededor de 170 años de suministro en depósitos de almacenamiento⁴.

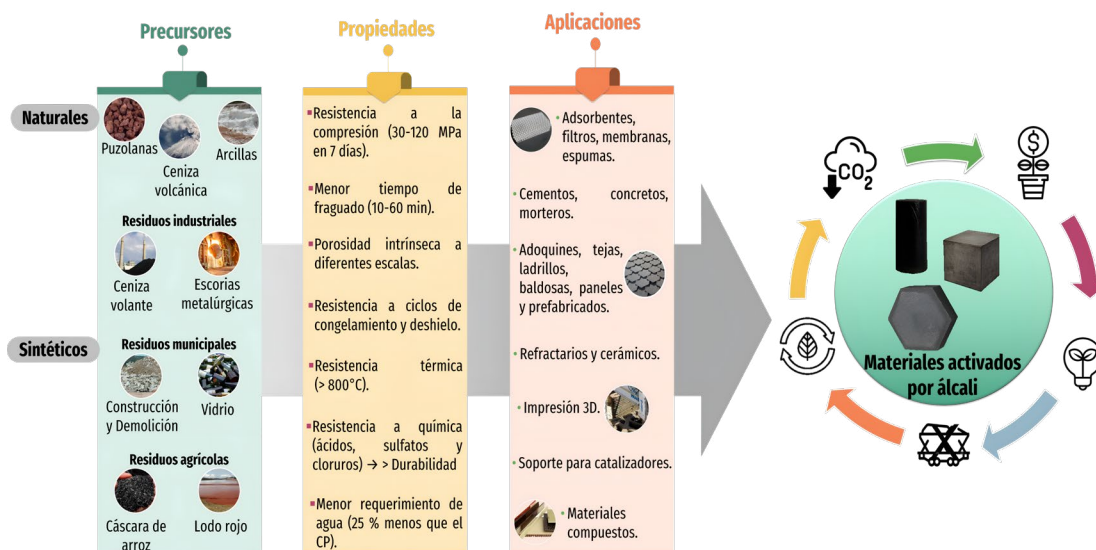


Figura 1. Propiedades, aplicaciones y ventajas de los materiales activados por álcali.

Fuente: propia y Wikimedia Commons

Si bien, el clínker de cemento Portland continuará desempeñando un papel dominante en la fabricación de concreto y otros materiales, el desarrollo de conglomerantes alternativos mediante la activación química de residuos y subproductos se perfila como opción viable que ha logrado reducir entre el 70-90% de las emisiones de CO₂ (dependiendo del precursor utilizado) en comparación con el concreto de CPO. La amplia disponibilidad y costo bajo de sus materias primas, así como un menor consumo energético y de recursos naturales, los hace especialmente atractivos desde el punto de vista económico y ambiental. Debido a sus propiedades y aplicaciones potenciales, su investigación ha experimentado un crecimiento acelerado la última década, principalmente en Australia, China, India, EUA y Reino Unido⁷. Lo anterior, ha permitido el desarrollo de algunos materiales comerciales como Earth Friendly

Concrete® (Wagners), Cold Fusion Concrete® (Geopolymer Solutions LLC), E-Crete® (Zeobond), EcoShield® (Schlumberger Limited) y Vertua® (CEMEX S.A.B. de C.V.), así como, de su aplicación a gran escala. Algunos ejemplos destacados, son el Instituto de Cambio Global de la Universidad de Queensland y el aeropuerto Toowoomba Wellcamp, la aplicación más grande con 40,000 m³ (100, 000 toneladas de MAA y un ahorro de 6,600 toneladas de CO₂) (Fig. 2). No obstante, en México, se tiene conocimiento de un número limitado de estudios sobre estos materiales.

Bajo este escenario, en nuestro grupo de trabajo se han utilizado escoria de alto horno, EAH (a), ceniza volante, CV (b) y residuos de vidrio, RV (c) como precursores o materias primas para la preparación de materiales activados por álcali (cementos, CAA).



Figura 2. Ejemplos a gran escala: a) Instituto de Cambio Global y b) Aeropuerto Toowoomba Wellcamp. Fuente: Wikimedia Commons



Figura 3. Residuos y subproductos industriales utilizados como precursores: a) escoria de alto horno, b) ceniza volante y c) residuos de vidrio. Fuente: propia y Wikimedia Commons

Activación química de los residuos y subproductos industriales

Para la fabricación de los CAA y la optimización de su resistencia a la compresión se empleó la metodología de superficie de respuesta (diseño central compuesto) para determinar las condiciones de activación para cada precursor: relación sólido/líquido, relación molar Si/Al, temperatura curado y relación molar $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$.

Escoria de alto horno

Para la elaboración de los CAA se utilizó una escoria de hierro de alto horno (EAH) obtenida de la compañía siderúrgica Altos Hornos de México (Coahuila) con una composición química basada principalmente en óxidos de silicio (SiO_2), aluminio (Al_2O_3) y calcio (CaO). En la Fig. 3 se presentan los valores de resistencia a la compresión. De acuerdo con los resultados obtenidos, los CAA-EAH exhiben una resistencia de 71.5 MPa y 89.3 MPa a 7 y 28 días, respectivamente. En comparación con el CPO, los CAA-EAH tienen una resistencia cuatro veces mayor.

Ceniza volante

En el caso de los CAA elaborados a partir de ceniza volante (CV), se utilizó una CV tipo F constituida principalmente por SiO_2 , Al_2O_3 y óxido de hierro (Fe_2O_3), obtenida de la central térmica CFE Generación IV (Guerrero). Los CAA-CV presentaron una resistencia de 30.1 MPa a 7 días y 35.7 MPa a 14 días (Fig. 4). Si bien exhiben una resistencia ligeramente mayor en comparación con el CPO, el proceso de polimerización es lento comparado con los CAA-EAH, por lo que requieren de un pre curado entre 40-90 °C (10-20 h). Para resolver este inconveniente, nuestro grupo de investigación ha desarrollado un activador alternativo

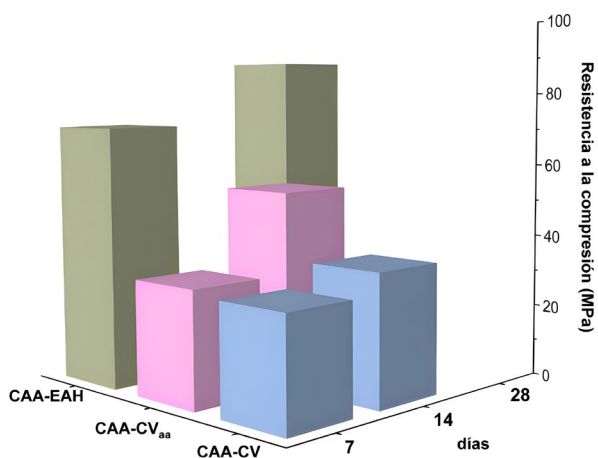


Figura 4. Resistencia a la compresión simple de los CAA de EAH, CV y CV_{aa}

(aa) a partir de residuos, el cual tiene como principal objetivo aportar una cantidad extra de sílice (SiO_2) soluble en el medio de reacción. Al emplear este activador alternativo, se observó un incremento de su resistencia (CAA-CV_{aa}), principalmente a 14 días (31.7 MPa a 7 días y 53.9 MPa a 14 días) (Fig. 4).

Con base en estos resultados, se evaluó la resistencia a la compresión de pastas binarias de EAH y CV (1:1) a diferentes días de curado (7, 14, 35 y 120 días). En la Fig. 5 se observa, que los CAA-EAH/CV exhiben una resistencia entre 23.4-46.4 MPa. Con el objetivo de incrementar su resistencia a la compresión, se estudió la sustitución parcial de la CV por residuos de vidrio (RV), debido a su contenido alto de sílice reactiva (> 60%) y actividad puzolánica. Por lo anterior, se sustituyó el 10%, 20% y 30% de la CV por RV, manteniendo constante la cantidad de EAH (50%) en la mezcla. Los RV utilizados provienen del producto rechazado de la fabricación de envases y botellas de Grupo PAVISA (Edo. de México). De la Fig. 5 se observa que la sustitución de la CV por RV incrementa su resistencia, principalmente para una sustitución del 30% de la CV. La caracterización química y microestructural (difracción de rayos X, espectroscopia de absorción infrarroja y microscopia electrónica de barrido) de los CAA indicó que los RV proporcionan una cantidad adicional de sílice reactiva necesaria para la formación de un gel rico en sílice en las primeras etapas de reacción, que posteriormente da lugar a la formación del gel C-(N)-A-S-H.

Después de evaluar la resistencia a la compresión de los diferentes CAA, los resultados hasta este momento indican que, es posible reutilizar estos residuos y subproductos industriales generados localmente en la fabricación de este tipo de materiales. Actualmente, se encuentra en proceso de desarrollo la fabricación de bloques, adoquines y otras piezas prefabricadas que se apeguen a las normativas mexicanas para su aplicación a gran escala.

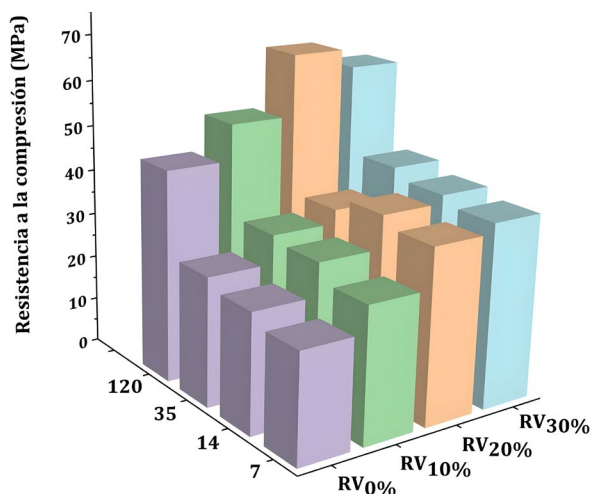


Figura 5. Efecto de la adición de RV en la resistencia a la compresión simple de los CAA-EAH/CV

Comentarios finales

Los CAA elaborados a partir de residuos y subproductos industriales ofrece varias ventajas entre las que se incluyen una mayor resistencia mecánica, se obtienen a temperatura ambiente o menor a 90 °C, no se requiere el uso de cemento convencional, ni de procesos de calcinación para su fabricación; además de que pueden emplearse uno o varios residuos y subproductos simultáneamente como materias primas.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, PAPIIT IT100621. Los autores agradecen a la Dra. Alexandra Ossa López por las facilidades otorgadas para la realización de los experimentos, al Dr. Mario Flores Guzmán por su apoyo técnico, así como a los laboratoristas Francisco, Santiago, Roberto, Joel y Alejandro del Laboratorio de Vías Terrestres. Al laboratorio de Ingeniería Ambiental, en especial a la Dra. Susana Saval Bohórquez, Mta. Diana García Aguirre, Quím. Denise Reyes García y al Mto. Roberto Sotero Briones Méndez por su apoyo técnico.

Contacto: Dra. Tania Ariadna García Mejía,
TGarciaM@iingen.unam.mx |

Referencias

1. Garside, M., 2022. Cement Production Worldwide from 1995 to 2021. <https://www.statista.com/statistics/1087115/global-cement-productionvolume/>
2. Science & Nature, 2022. Cement Carbon Dioxide Emissions Quietly Double in 20 Years. <https://news.wttw.com/2022/06/22/cement-carbon-dioxide-emissions-quietly-double-20-years>
3. Lehne, J., & Preston, F. (n.d.). Chatham House Report Making Concrete Change Innovation in Low-carbon Cement and Concrete #ConcreteChange. www.chathamhouse.org
4. Supriya, Chaudhury, R., Sharma, U., Thapliyal, P. C., & Singh, L. P. (2023). Low-CO2 emission strategies to achieve net zero target in cement sector. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 417). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137466>
5. Mildner, M., & Fořt, J. (2023). Utilization of waste alkalis to alkaline activation blast furnace slag. *Materials Today: Proceedings*, 85, 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.252>
6. Guo, W., Zhao, Q., Sun, Y., Xue, C., Bai, Y., & Shi, Y. (2022). Effects of various curing methods on the compressive strength and microstructure of blast furnace slag-fly ash-based cementitious material activated by alkaline solid wastes. *Construction and Building Materials*, 357. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129397>
7. Ansari, M. A., Shariq, M., & Mahdi, F. (2023). Geopolymer concrete for clean and sustainable construction – A state-of-the-art review on the mix design approaches. *Structures*, 55, 1045–1070. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.06.089>

Jueves 7 de diciembre, 2023 - 14:00 a 20:00 horas

Salón Villa Rica del Centro Cultural y Social Veracruzano
Miguel Ángel de Quevedo 687, San Francisco, Ciudad de México

Costo: \$1,100

EL BOLETO INCLUYE:

- Una bebida de bienvenida
- Montaje de lujo
- Hielo y refrescos
- Alimentos
- 10% de propina para meseros
- Música continua

Bebidas alcohólicas no incluidas. Hay descorché libre para las bebidas que se deseen consumir durante el evento.

LOS ACUÍFEROS DE LAS ISLAS DE BARRERA DE YUCATÁN, EL CASO DEL PUERTO DE SISAL

ALEJANDRO MEDINA, ROGER PACHECO,
ROGER GONZÁLEZ, CÉSAR CANUL-MACARIO

El agua subterránea en la costa de Yucatán

La geología superficial de la Península de Yucatán está formada, en su mayoría, por rocas calizas de alta permeabilidad que afloran y dan lugar a un relieve predominantemente plano. Debido a lo anterior, los cuerpos de agua superficiales son escasos y el agua de lluvia se infiltra rápidamente dando lugar a un vasto acuífero cárstico con bajo gradiente hidráulico en dirección a las costas (Perry *et al.*, 2010).

En la costa norte de Yucatán se tiene un sistema hidrogeológico característico, el cual se debe a la presencia de una capa de calizas impermeables que confina al acuífero regional, sobre la cual descansan las islas de barrera conformadas por arenas que contienen acuíferos colgados y libres *(Perry *et al.*, 2003) (Figura 2).

- Los acuíferos colgados son acuíferos que se encuentran entre el nivel del terreno natural y el nivel del agua de un acuífero más profundo y extenso. Los acuíferos libres son aquellos que están expuestos directamente a la presión atmosférica; es decir, que no los confina ninguna capa de suelo sobreyacente. En el caso del que se habla, estos se encuentran entre el nivel del terreno y una capa que confina al acuífero profundo y regional del estado

La falta de estudios de los acuíferos de las islas de barrera en la zona dificulta su análisis y entendimiento. En la actualidad, sólo se tiene registro de dos estudios similares entre sí. En el primero realizado por Batllori *et al.* (1993), en la Reserva Estatal del Palmar, se registró la carga hidráulica en la zona de playa y se observó una rápida atenuación de la marea, concluyendo que el acuífero es de tipo libre. En el segundo estudio llevado a cabo por Medina (2020) en la zona poniente de Sisal, Yucatán, se monitoreó la carga hidráulica en dos pozos ubicados en la primera duna alineados perpendicularmente en dirección a la costa. Los resultados coinciden con la presencia de un acuífero libre cuyo gradiente hidráulico está en dirección al mar. Además, se estimó la conductividad hidráulica en 2.0 md^{-1} , el almacenamiento en 0.04 y la recarga en 20% de la precipitación.



Figura 1. Isla de Barrera de Sisal, Yucatán. Al norte el Golfo de México, al sur una laguna costera

Disponibilidad de agua dulce en la costa

Debido a las características hidrológicas de la Península, los ecosistemas y asentamientos humanos dependen casi en su totalidad del agua subterránea, lo cual, no es un problema en la porción continental donde el acuífero se encuentra bien recargado por la precipitación. En la costa noroeste de Yucatán la presencia de dos tipos de acuíferos (Figura 2) sugiere buena disponibilidad de agua dulce; sin embargo, ambos acuíferos tienen problemáticas y vulnerabilidades que afectan su disponibilidad de agua dulce. Para ambos casos la principal amenaza es la intrusión salina. En los acuíferos de las islas de barrera la vulnerabilidad a la salinización aumenta debido a la presencia del mar y a las lagunas costeras en sus fronteras. Por otro lado, el confinamiento del acuífero regional facilita el flujo de agua marina hacia el continente (Canul-Macario, 2020).

Hasta hace aproximadamente veinte años, la mayoría de los asentamientos costeros de Yucatán se abastecían de agua dulce extraída de los acuíferos de las islas de barrera mediante pozos someros. El agua de estos pozos constituye el abastecimiento de las construcciones más antiguas; mientras que, en las edificaciones recientes, se utiliza para el llenado de piscinas o riego. Desgraciadamente, algunos pozos antiguos han sido utilizados como sumideros de aguas residuales que son dispuestas sin tratamiento alguno y otros clausurados ante la imposibilidad de su uso para abastecimiento (Herrera-Silveira *et al.*, 2004).

En la actualidad, el crecimiento demográfico en la costa y de servicios turísticos ha traído consigo diversas

problemáticas hidrológicas asociadas a la urbanización (Herrera-Silveira *et al.*, 2004). La primera de ellas corresponde al aumento en la demanda de agua para consumo humano, lo que causa la reducción del espesor de la capa de agua dulce en estos acuíferos de pequeño volumen. La segunda se debe al aumento del caudal de aguas residuales que, como se mencionó anteriormente, se disponen sin tratamiento. La tercera problemática es la modificación en el régimen de infiltración de agua de lluvia, por tanto, de la recarga, debido al aumento en la urbanización que trae consigo la impermeabilización causada por la construcción de edificios y calles carentes de planeación hidrológica local. Finalmente, se encuentran el cambio climático que afecta a los regímenes de precipitación y el aumento en el nivel del mar que trae consigo intrusión marina.

Para discutir las afectaciones a nivel hidrogeológico en dichos acuíferos se asume un modelo conceptual ideal donde el acuífero es somero y tiene: a) un domo de recarga al centro causado por la precipitación local; b) dos fronteras salinas de carga hidráulica variable al norte y al sur (mar y laguna costera) y c) dos fronteras de flujo nulo en direcciones este-oeste (Figuras 2 y 3).

Este modelo conceptual sugiere que el aumento en la extracción de agua dulce y la disminución de la recarga reducen la carga hidráulica y el espesor de la capa de agua dulce. Si se le añade el aumento del nivel medio del mar, se intensificará la intrusión marina y se reducirá dramáticamente la capa de agua dulce. Finalmente, la disposición de aguas residuales degradará la calidad del agua en todo el espesor del acuífero.

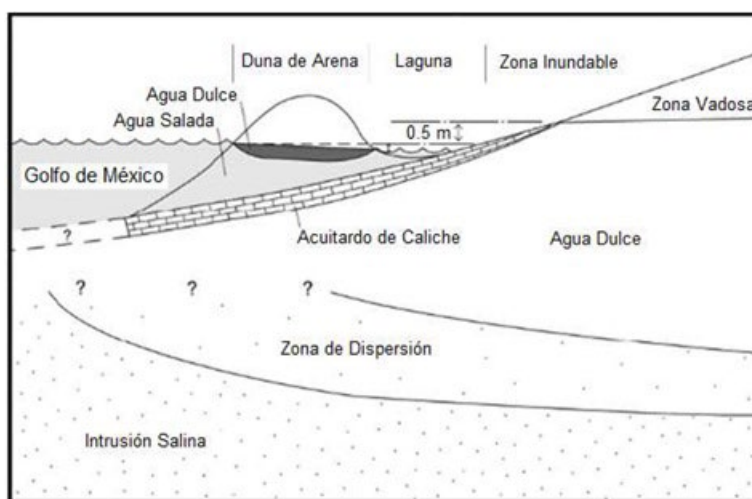


Figura 2. Hidrogeología de la costa noroeste de Yucatán. Modificada de Perry *et al.* (2003)

¿Cómo se pretende atender el problema?

Con la finalidad de describir el flujo de las aguas subterráneas en la isla de barrera de Sisal, Yucatán, se llevó a cabo el monitoreo de la carga hidráulica y la modelación numérica del acuífero de la isla de barrera de Sisal, Yucatán (Figura 1) mediante el código SEAWAT (Guo y Langevin, 2002). El objetivo de esta modelación consiste en conocer las direcciones de flujo del agua subterránea, así como la interacción de éste con la recarga local, con las variaciones de los niveles del mar y las lagunas costeras.

La campaña de monitoreo requirió la instalación de seis sensores de presión U20L HOBO® programados para muestrear a una frecuencia de diez minutos; cinco de estos sensores se instalaron en pozos distribuidos a lo largo de la zona poblada de la isla de barrera para monitorear el nivel freático. El sexto sensor monitoreó la carga hidráulica en la laguna costera. Además, se realizaron *slug-tests* en los pozos P1a y P1b para realizar una estimación inicial de la conductividad hidráulica.

El dominio del modelo abarca la zona cubierta por los pozos y se encuentra limitado por a) el Golfo de México al norte donde la condición de frontera es el nivel del mar; b) la laguna costera de Sisal al sur con el nivel de la misma como condición de frontera; c) el canal de acceso al puerto de abrigo que comparte condición de frontera con el Golfo de México, esta frontera se encuentra al oeste y suroeste y d) al este por el eje perpendicular a la costa que pasa sobre el pozo P5 cuya frontera es de flujo nulo (Figura 3).

Los sensores registraron la presión absoluta, por lo que se compensaron por presión barométrica, cuya serie de tiempo se obtuvo de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la UNAM. De la misma fuente se obtuvo la serie de tiempo de precipitación que fue utilizada para el análisis de la recarga.

Los resultados del monitoreo (Figura 4) señalan que el

acuífero es de tipo libre y somero. Esto se observa en las oscilaciones de la carga hidráulica de los pozos P1 y P5 que son los más cercanos a la costa, cuyas amplitudes de marea equivalen apenas a 10% de la marea astronómica. Mientras que en los pozos P2, P3 y P4, el efecto de la marea astronómica es prácticamente imperceptible. El efecto de la marea meteorológica tuvo influencia a largo plazo en la carga hidráulica de todos los pozos. De acuerdo con lo anterior, se deduce que el acuífero está directamente influenciado por las variaciones periódicas del nivel del mar en la zona de playa y por la marea meteorológica en toda su extensión, por tanto, se considera altamente vulnerable a la intrusión salina y a fenómenos hidrometeorológicos intensos como los huracanes y los frentes fríos.

Por otra parte, se observa que el acuífero responde eficientemente a los eventos de recarga individuales y que su nivel se recupera rápidamente para eventos de recarga de largo plazo. Para los eventos de recarga individuales se determinó un tiempo de respuesta medio de treinta minutos y el periodo de recuperación de una semana. Estos resultados indican una recarga media de 53% de la precipitación, la cual, es mayor a la tasa de recarga del acuífero cárstico de la Península de Yucatán (Rodríguez-Huerta, 2020). Debido a que, en la costa noroeste de Yucatán la precipitación media anual es de 511 mm (INEGI, 2002), la tasa de recarga sugiere que el acuífero de la isla de barrera de Sisal cuenta con buena capacidad de infiltración. Sin embargo, la influencia del mar y la cercanía inmediata con la laguna costera comprometen la disponibilidad de agua dulce en el acuífero.

La conductividad hidráulica media estimada en los *slug-test* resultó en 5.33 md^{-1} , lo que indica la presencia de limos y arcillas en el acuífero. Este parámetro se utilizó para correr un modelo en estado estacionario (Figura 3), con el cual, se definieron adecuadamente las condiciones de frontera. El modelo indica que los domos* de recarga se ubican al centro y que el flujo es en



Figura 3. Modelo estacionario. Los contornos están separados a cada 0.10 m

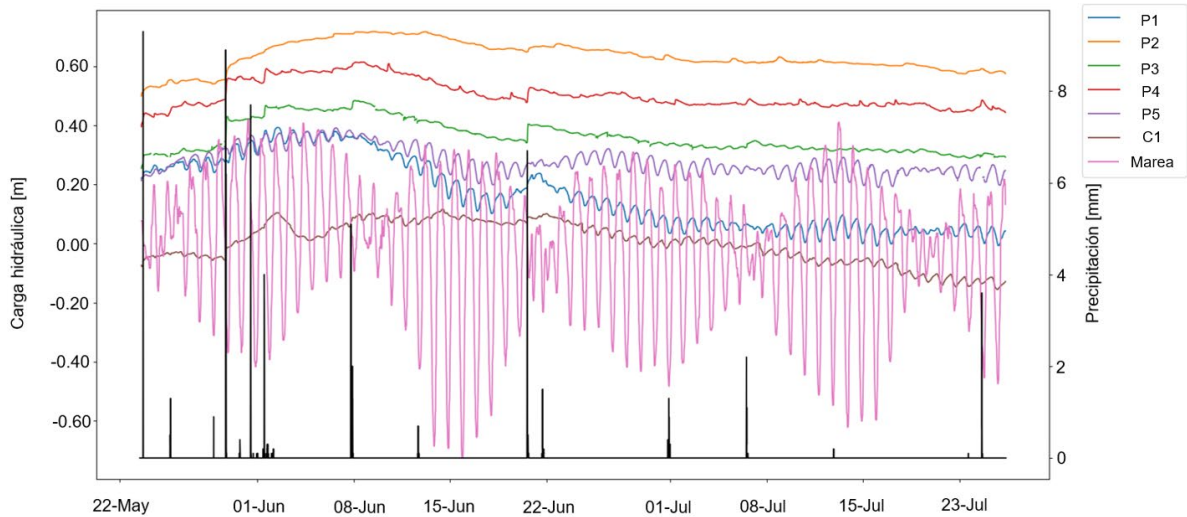


Figura 4. Series de tiempo en los pozos, las fronteras y de la precipitación

dirección al mar y a las lagunas costeras. Los gradientes hidráulicos resultaron entre 1.6×10^{-3} y 3.3×10^{-3} m/m, encontrándose los más fuertes en dirección al mar; estos resultados y su variación se asocia a la geomorfología de la isla de barrera.

- Domo de recarga: Es una zona donde el nivel del acuífero es muy alto y se debe a que la recarga ocurre en esa zona.

En conclusión, la isla de barrera de Sisal tiene un acuífero con buena capacidad de infiltración, lo que permite la rápida captación del agua de lluvia. Sin embargo, la influencia del mar y la laguna costera comprometen la cantidad de agua dulce que pueda contener. Además, al ser un acuífero somero resulta

vulnerable a la contaminación causada por los asentamientos y actividades humanas. En los acuíferos someros el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie del terreno.

Este trabajo se complementará con un modelo transitorio que pretende describir la hidrodinámica de este acuífero. Actualmente, se encuentra en proceso de desarrollo y es de los primeros en su especie en la Península de Yucatán que atiende las particularidades de los acuíferos de isla de barrera en la región, mismos que son importantes, ya que las poblaciones costeras dependen de sistemas de bombeo de agua dulce desde zonas a varios kilómetros tierra adentro; por lo que entender estos acuíferos revelará su potencial como fuente alterna de abastecimiento de agua dulce.

Referencias

- Batlioni, E., Febles, J., Trejo, J., Dzib, P. y Tuyub, R. (1993). Efecto de las mareas diurnas en las fluctuaciones del nivel del acuífero cárstico costero de El Palmar, Yucatán, México. En *Primera Reunión Nacional Sobre Aguas Subterráneas*. Instituto de Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Canul-Macario, C. (2020). *Dinámica de la Interfase Salina del Acuífero de la Costa Noroeste de Yucatán y Escenarios Frente al Incremento del Nivel Medio del Mar* (Tesis de doctorado no publicada). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guo, W. y Langevin, C. D. (2002). *User's Guide to SEAWAT: A computer program for simulation of three-dimensional variable-density ground-water flow*. USGS Techniques of Water Resources Investigations. Miami Florida: USGS.
- Herrera-Silveira, J. A.; Comín, F. A. y Capurro, L. (2004). Los Usos y Abusos de la Zona Costera En La Península de Yucatán. En E. Rivera, G. Villalobos, M. Rosado y I. Azuz (Eds.), *El Manejo Costero en México* (pp. 387-396). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS, Universidad de Quintana Roo.
- INEGI (2002). *Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- Medina, J. A. (2020). *Caracterización Geohidrológica del Acuífero de la Duna Costera de Sisal, Yucatán* (Tesis de licenciatura no publicada). Universidad Autónoma de Yucatán.
- Perry, E.; Velázquez, G. y Marín, L. (2010). The Hydrogeochemistry of the Karst Aquifer System of the Northern Yucatan Peninsula, Mexico. *International Geology Review*. March 2002. 191-221. 10.2747/0020-6814.44.3.191.
- Perry, E.; Velázquez, G. y Socky, R. (2003). Hydrogeology of the Yucatan Peninsula. In A. Gómez, M. Allen, S. Fedick y J. Jiménez (Eds.), *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human Wildland Interface* (pp. 115-138). Food Products Press. New York, USA.
- Rodríguez-Huerta, E.; Rosas-Casals, M. y Hernández-Terrones, L. M. (2020). A water balance model to estimate climate change impact on groundwater recharge in Yucatán Peninsula, Mexico. *Hydrological Sciences Journal* 65(3), 470-486.

ESTUDIO NUMÉRICO DE LA GENERACIÓN DE CAVITACIÓN EN PINZAS DE CAMARÓN

MARTÍN SALINAS VÁZQUEZ
Y FRANCISCO GODÍNEZ ROJANO

El Dr. Francisco Godínez, investigador de Instituto de Ingeniería en la UNITA-UNAM Nuevo León (Unidad de Investigación y Tecnología Aplicadas), desarrolló un sistema experimental (Fig. 1) para estudiar el fenómeno de cavitación que sucede en las pinzas de los camarones y poder emplearlo en aplicaciones prácticas, como en la purificación de agua y añejamiento de bebidas espirituosas (*e. g.* tequila)."

El camarón pistola es un crustáceo que conforma la familia *Alpheidae* que se caracteriza por ser pequeño, alrededor de 5 cm, con una gran pinza frontal que puede medir más de la mitad de su tamaño total. A diferencia de otros crustáceos que utilizan sus pinzas para atrapar a su presa, esta familia de camarones la utiliza para generar burbujas de vapor de agua, las cuales, se originan gracias a la forma y al cierre de sus pinzas en milésimas de segundo.

Al cerrar tan rápido la pinza, crea una sobrepresión dentro de ella que genera un chorro de agua a gran velocidad, varias decenas de metros por segundo. Esta eyección de agua produce presiones por debajo de la presión de saturación a la temperatura del medio, lo que permite que parte de esta agua se vaporice por un instante. Estas burbujas de vapor de agua al llegar a zonas de mayor presión, se contraen, disminuyendo su volumen varias centenas o miles de veces en milésimas de segundo, implosión que va a generar una onda de choque, es decir, una zona de muy alta presión que viaja a la velocidad del sonido. Alrededor de esta onda de choque se genera ruido perceptible al oído humano que tal vez les sirva; por un lado, como medio de comunicación con sus congéneres, por el otro, para aturdir, incluso, matar a una presunta presa que se encuentre lo suficientemente cerca.

En este prototipo con una geometría diseñada por el Dr. Godínez, se pudo analizar experimentalmente su funcionamiento comparándolo con el observado en los camarones. Este estudio experimental se realizó a partir de la utilización de una cámara rápida que permite grabar miles de fotos por segundo y de la medición de la velocidad en el flujo por medio de la velocimetría láser (*Particle Image Velocimetry*, PIV).

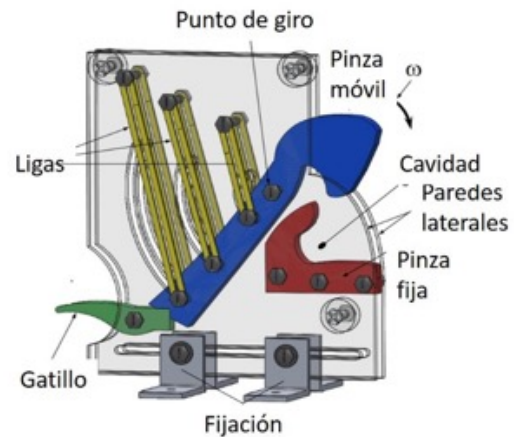


Figura 1. Boceto del modelo físico

En este estudio experimental colaboraron el Dr. Enrique Guzmán de la CIPIA y los doctores Rogelio Valdés y Carlos Palacios de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

En el Área de Dinámica de Fluidos Computacional de la CIPIA, se desarrolló un código propio para profundizar en este estudio, modelando cuerpos inmersos fijos y en movimiento, cavitación, flujos bifásicos (líquido-gas), entre otros. Los cálculos numéricos se realizaron en el servidor Tonatiuh del Instituto de Ingeniería, donde se pudo mejorar la eficiencia del cálculo a partir de la posibilidad de la paralelización del código con herramientas para computadoras multiprocesador con memoria compartida. Cabe mencionar que todo este proceso fue apoyado en gran medida por el Ing. Fernando Maldonado, encargado del servidor Tonatiuh,

El proceso de modelado numérico inició con la transferencia de la geometría de la pinza (Fig. 1) a la malla computacional. Esto se realizó al dibujarla a partir de polinomios de alto orden. Con la variable *level set* que frecuentemente se utiliza en el estudio de flujos multifásicos, es posible diferenciar la zona del sólido (valores negativos) de donde se encuentra el fluido (valores positivos), quedando la frontera del cuerpo donde la variable es nula. El movimiento de la pinza superior se realizó girando la malla computacional, en este caso en el eje de la z. Se dibuja la geometría y se regresa la malla a la posición original. Esto permite su movimiento con una sola geometría de la pinza creada con los polinomios. Con este método se agilizó de forma importante la obtención de resultados.

El movimiento total de la pinza dura 9 ms, el reto más importante de esta investigación fue que ambos trabajos, experimental y numérico, se sincronizaran. Para comprobar la sincronización y el correcto modelado del fenómeno se validó la parte

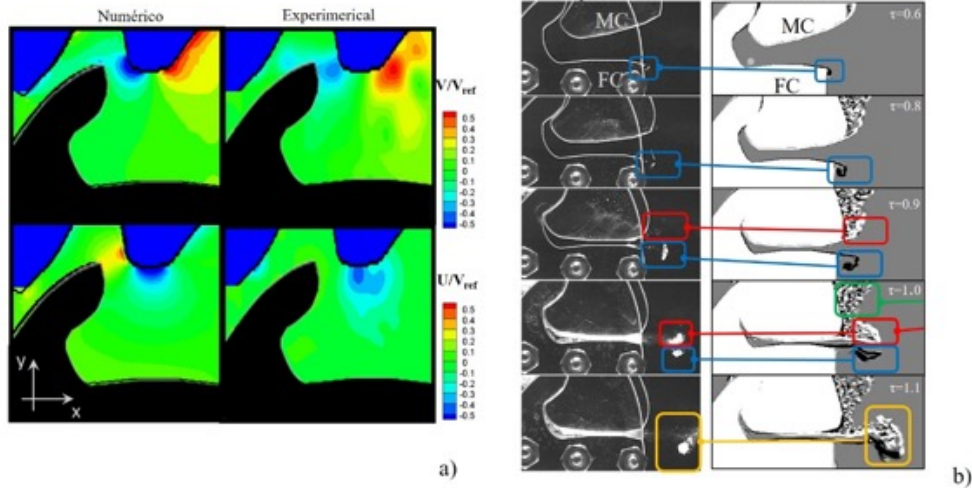


Figura 2. Validación del estudio numérico. a) Comparación de las velocidades de resultados numéricos con velocimetría laser. b) Comparación de estructuras turbulentas numéricas con figuras obtenidas con cámara Phantom

numérica con los datos experimentales. La Fig. 2 muestra esta validación donde se observa que ambos resultados son muy similares. Al ser el estudio numérico una aproximación de la realidad, jamás se tendrá algo totalmente igual.

Una vez validado el estudio numérico, se pudo profundizar en aspectos que resultan muy difíciles o imposibles de estudiar experimentalmente. En la figura 3, se muestran las zonas donde el fluido tiene un movimiento giratorio. Estas zonas coloreadas de azul se les llama estructuras turbulentas y se obtiene a partir del tensor gradiente de velocidad (segundo invariante del tensor). Dentro de estas estructuras el fluido guarda ciertas características cinemáticas y dinámicas (coherencia) en un tiempo dado. La importancia de identificar estas estructuras es que en su centro el fluido gira y la presión descende. Y es en estas zonas donde el vapor de agua se genera por esta disminución de presión.

En la Fig. 4 se observa un plano lateral en diferentes tiempos de cómo se va cerrando la pinza móvil. En esta figura se dibujan las líneas que traza el fluido en su movimiento-traectoria. Al inicio (Fig. 4a), la pinza empuja al fluido hacia el exterior. En la Fig. 4b, cuando la pinza se va cerrando se genera un vórtice de anillo, donde el fluido que sale produce un remolino con dicha forma y un chorro de fluido que sale del interior de las pinzas a muy alta velocidad. La disminución de presión en las zonas: centro y de alta velocidad son la causa de que se genere vapor de agua.

Una vez cerrada la pinza, el vórtice de anillo interactúa con el resto del flujo. Como lo muestran las figuras 4c y d. Esta zona de remolinos es donde el vapor de agua generado previamente se vuelve a transformar en agua líquida produciendo la implosión antes mencionada. Un cúmulo de implosiones se genera, produciendo ondas de choque en los alrededores.

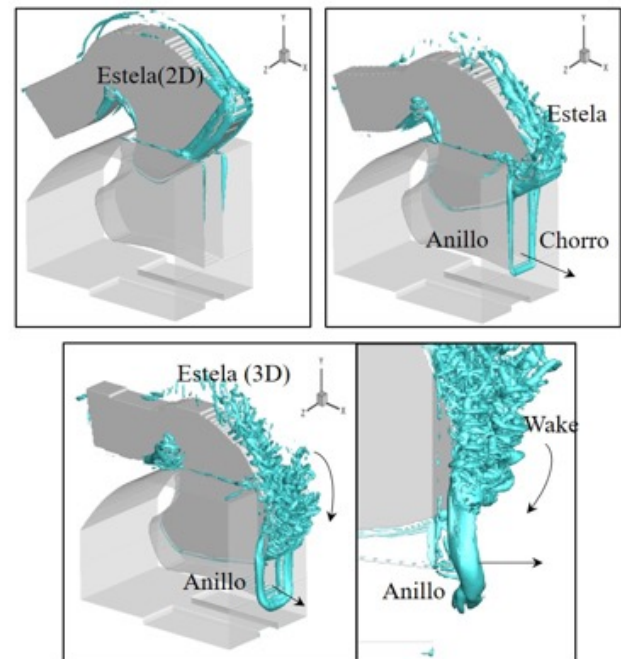


Figura 3. Estructuras turbulentas obtenidas numéricamente en tres diferentes tiempos

Finalmente, la Fig. 5, muestra las zonas donde se produce el vapor de agua (zonas rosas) en diferentes tiempos. El vapor se produce en el momento del cierre de la pinza. En el tiempo 1.2 de esta figura, se observa la formación en el fondo de la pinza. Ésta se debe a que el fluido sale con gran velocidad dejando un cuasi-vacío que genera vapor de agua en esta zona. La implosión de estas burbujas seguramente afectará la estructura de la pinza, algo que no se había observado en trabajos anteriores

y que puede abrir camino al estudio de bio-materiales de gran resistencia.

Este trabajo tiene importancia en varios aspectos, por una parte, nos permite conocer la interacción de la dinámica de un cuerpo sólido en un fluido multifásico turbulento, algo común por ejemplo en reactores químicos. La mecánica de bio-estructuras y un posible estudio del efecto de la cavitación en la pinza con el fin de crear materiales más resistentes. Finalmente, un estudio multidisciplinario (biología, ecología, mecánica de fluidos, acústica, mecánica de materiales) que permita dilucidar el comportamiento de los camarones en su habitat y el uso que hacen de las pinzas.

Los resultados de esta investigación se han publicado en revistas internacionales y presentado en congresos, se sigue desarrollando para conocer mejor el fenómeno y poder aplicarlo en problemas de ingeniería. Actualmente, se están explorando diferentes geometrías, tanto propuestas como

geometrías apegadas a la realidad con configuración totalmente tridimensional. Igualmente, se está modelando la generación del fenómeno de la implosión. Junto con investigadores de la Facultad de Ciencias en Sisal, se quiere abrir el camino de la posibilidad de estudiar la acústica de estos chasquidos y su importancia para estos animales. |

Trabajos publicados

M. Salinas-Vázquez, F. A. Godínez, W. Vicente, J. E. V. Guzmán, R. Valdés, C. A. Palacios Morales (2022), Numerical simulation of a flow induced by the high-speed closure of a bioinspired claw, JOURNAL OF FLUIDS AND STRUCTURES, 113.
 F. A. Godínez, J. E. V. Guzmán, M. Salinas-Vázquez, R. Valdés, C. Palacios y O. Chávez (2022), Hydrodynamic cavitation through a bio-inspired fast-closing plunger mechanism: experiments and simulations, BIOINSPIRATION & BIOMIMETICS, 17 (4).

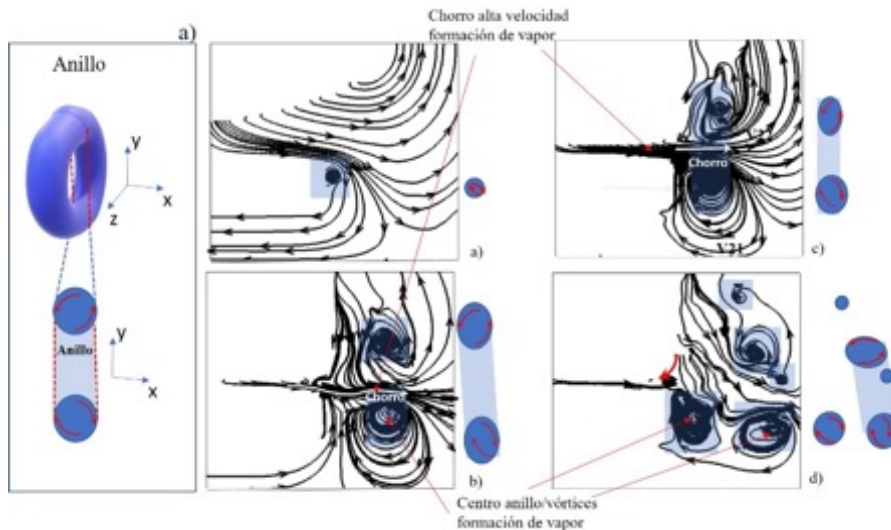


Figura 4. Líneas de trayectoria del fluido y vórtices (zonas de giro) que se forman para cuatro diferentes tiempos

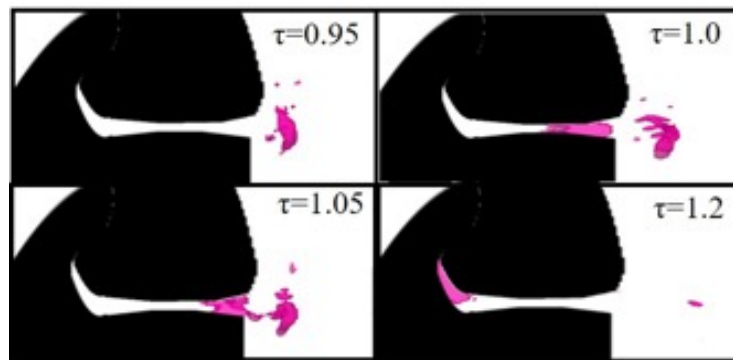


Figura 6. Zonas de formación de vapor de agua (zonas rosas) para cuatro tiempos diferentes

GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y NORMATIVA APLICABLE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

ALEXANDRA OSSA LÓPEZ

Y MARÍA NEFTALÍ ROJAS VALENCIA

Por siglos, la industria de la construcción ha consumido una cantidad importante de recursos naturales, los cuales, son extraídos de minas, bancos naturales y canteras de roca. Con estos materiales se construyen a diario pequeñas y grandes obras de infraestructura en el mundo. En este artículo se aborda el tema de la generación y reciclaje de residuos de la construcción, particularmente, en la Ciudad de México con la legislación en la materia.

Como producto de sus actividades, la industria de la construcción genera toneladas de residuos que son denominados de construcción y demolición (RCD), los cuales, alcanzan cifras anuales del orden de 10 mil millones de toneladas (véase tabla 1) (Wang *et al.*, 2019).

En México, de acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2020), la generación total estimada de RCD para 2018 fue de 10.15 millones de toneladas, lo cual, representa 0.70% del total de todos los tipos de residuos generados.

Tabla 1. Estimación de la generación de RCD en México para 2018

Tipo de obra	Generación (t)	Generación (%)
Edificación	1,593,512.64	16
Agua, riego y saneamiento	900,576.75	9
Electricidad y telecomunicaciones	536,280.50	5
Transporte y urbanización	3,880,234.01	38
Petróleo y petroquímica	1,049,782.31	10
Otras construcciones	2,192,936.43	22
Total	10,153,322.63	100

La generación de RCD en la ciudad capital produce una demanda alta de espacios para su eliminación; sin embargo, sólo existen algunos sitios de tratamiento regulados, lo que hace que gran cantidad de estos residuos se transporte a otros estados, o en su defecto, se deposite en tiraderos clandestinos de RCD (TCRCD) y sus volúmenes no sean cuantificados.

Legislación y normativa en materia de RCD

Existen diversas disposiciones legales relacionadas con los residuos de construcción y demolición. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es de carácter federal. Su objeto es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable. La ley establece una clasificación de los residuos en función de sus características y orígenes: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos; esta ley clasifica los residuos sólidos como urbanos o de manejo especial; en su reglamento se establece la forma de aplicación de la norma.

En el contexto de estas dos leyes, los residuos de construcción y demolición son un subgrupo de los residuos de manejo especial.

La Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal tiene como principal objetivo definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental de la ciudad.

Por su parte, la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable en la Ciudad de México busca reducir de manera gradual las emisiones producidas, con la meta de lograr cero emisiones para 2050.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios para clasificar a los RME y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

La NOM-083-SEMARNAT-2003 especifica la protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

La NACDMX-007-RNAT-2019 establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México. Esta norma fue actualizada y sustituyó a la NADF-007-RNAT-2013.

Generalidades de la NACDMX-007-RNAT-2019

Con esta nueva versión de la norma se pretende brindar una guía para la formulación de planes de manejo de los residuos, así como definir especificaciones para las diferentes actividades de manejo de éstos. Los residuos deberán seleccionarse de acuerdo con esta clasificación en su lugar de origen y entregarse en los sitios autorizados por la Sedema o la autoridad ambiental competente.

La NACDMX-007-RNAT-2019 promueve maximizar el uso de los diferentes tipos de RCD, con base en dicha norma, todos los tipos de agregados reciclados pueden ser utilizados en obra o edificación al 100%. Aquellos elementos que no son estructurales pueden llevar agregados reciclados en su composición, tal como se describe a continuación.

Los residuos de concreto al 100% se pueden usar en bases y subbases; con el mismo porcentaje, los residuos de concreto armado pueden utilizarse para bases hidráulicas en caminos y estacionamientos.

Los residuos pétreos al 100% se pueden usar para concretos hidráulicos para la construcción de firmes, ciclopistas, banquetas, guarniciones y mobiliario urbano. Para terraplenes, pedraplenes, acostillamiento de tuberías, conformación de terrenos, rellenos de cimentaciones y jardines se recomienda su uso al 35%.

Los agregados provenientes de mampostería o pétreos con recubrimiento pueden emplearse al 100% en bases, subbases en camino y estacionamientos, construcción de andadores y trotapistas, bases para ciclopistas, firmes, guarniciones y banquetas. Estos materiales se emplean al 35% para construcción de terraplenes, pedraplenes, cobertura y caminos interiores de rellenos sanitarios; material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno de cepas; material para la conformación de terrenos, relleno en jardineras, relleno de cimentaciones, caminos de jardines y construcción de banquetas, guarniciones y bordillos.

Finalmente, en el caso de los agregados pertenecientes a la categoría de asfálticos, se recomienda el empleo de 90% para bases asfálticas o negras y diferentes concretos asfálticos elaborados en caliente, templados, tibios o elaborados en frío. Para bases asfálticas espumadas y microcarpetas en frío, se recomienda utilizar 35%.

Investigaciones en el ámbito del aprovechamiento de los RCD

En las coordinaciones de Ingeniería Ambiental y de Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM se llevan a cabo investigaciones con el objetivo de desarrollar y aplicar tecnologías o procesos que promuevan y permitan el uso o reciclaje de RCD, a fin de valorizarlos, reducir consumos de energía y lograr que sea mínima la cantidad que se desecha. En lo que sigue se enumeran algunos de ellos.

Diseño de ladrillos-AR

Los productos o especímenes se componen por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcción triturados, integrados por un aditivo natural: una mezcla de agua con mucílago de nopal, como se puede ver en la figura 1.

Su elaboración se apega a las normativas (NMXC-038-ONNCCE-2004) en cuanto a dimensiones, a resistencia a la compresión (NMX-036-ONNCCE-2004), a absorción de agua máxima inicial (NMX-037-ONNCCE-2005), así como a características para uso estructural y no estructural (NMXC-441-ONNCCE-2013, NMX-C-404-ONNCCE-2005).



Figura 1. Imágenes que ilustran los ladrillos-AR

Concretos asfálticos

Estos concretos son elaborados con un ligante asfáltico, agregado pétreo convencional y diferentes porcentajes de agregados reciclados provenientes de la trituración de RCD tipo A (concreto simple) para las fracciones gruesas, así como tipos A y D (concreto simple con fragmentos de mampostería con recubrimiento) para las fracciones finas (ver Figura 2).



Figura 2. Ejecución de pruebas en concreto asfáltico elaborado con RCD triturado (García Salas, 2014)

Otros usos

Finalmente, en el II-UNAM se han utilizado los RCD para la construcción de gaviones, cilindros, banquetas y jardines, tal como se puede ver en la secuencia fotográfica de la figura 3.

Conclusiones y recomendaciones

En México, cada día se trabaja con mayor interés y conocimiento para hacer que la reutilización, el reciclaje y la valorización de los residuos de construcción crezca de manera exponencial para que las generaciones futuras tengan mejor calidad de vida en cuanto a los recursos naturales que nuestro país brinda.

Las iniciativas, la creación de leyes, la normativa centradas en el reciclaje y la reutilización de RCD contribuyen a la generación de una cultura social y económica para la mejora y eficiencia de distintos proyectos en la ciudad.

La participación de la población es fundamental en el proceso de reciclaje de los residuos de la construcción, al ser generadora de residuos y consumidora de los materiales

provenientes del reciclaje. México se suma a países como Holanda, Dinamarca, España y Alemania, entre otros, que regulan la disposición de residuos de construcción. El reciclaje debe implementarse desde la concepción misma de un plan integral, que deberá adecuarse a cada situación particular considerando el impacto y consumo de recursos.

Referencias

Andrade-Castillo, I. (2021). Legislación y normatividad de residuos de la construcción y demolición en CDMX. 1er Encuentro Latinoamericano de Residuos de la Construcción y Demolición.

Wang, J.; H. Wu, V.; W. Tam y J. Zuo (2019). Considering life-cycle environmental impacts and society's willingness for optimizing construction and demolition waste management fee: An empirical study of China. *Journal of Clean Production* 206: 1004-1014.

García-Salas, J. L. (2014). Empleo de Residuos de Concreto y Demolición en la Construcción de carpetas asfálticas. Instituto Politécnico Nacional. EZIA Zacatenco.



Figura 3. Otros usos de los RCD en las instalaciones del Instituto de Ingeniería, UNAM: a) gaviones y cilindros; b) jardines; c) relleno; d) banquetas



www.iingen.unam.mx

DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE GOTAS, MICROGOTAS Y VAPORES PARA LA SANITIZACIÓN DE AMBIENTES. DGAPA-PAPIIT

MARÍA TERESA ORTA LEDESMA
E ISaura YAÑEZ NOGUEZ

En los últimos años, la importancia de la desinfección en el ambiente se incrementó cuando a causa del virus SARS-CoV-2, se originó la pandemia (COVID-19) sin precedentes. A nivel mundial, diferentes investigaciones se han desarrollado en torno al virus y su comportamiento: principales vías de transmisión, estrategias de prevención de contagios, así como el estudio de opciones para la desinfección de superficies y espacios. En este contexto, debido a que los estudios científicos han confirmado que el virus SARS-CoV-2 se transmite principalmente por la inhalación de microgotas en aerosol; investigadores de la UNAM en colaboración con el Instituto de Ingeniería, la Facultad de Química y el Instituto de Investigaciones en Materiales, desarrollan estrategias para inactivar el virus principalmente a través de los aerosoles.

Actualmente, los agentes de desinfección más usados son el peróxido de hidrógeno, el ácido per-acético y el glutaraldehído, cuyo mecanismo de acción es a través de reacciones de oxidación que los vuelven peligrosos y tóxicos al emplearse en ambientes sociales. El propósito fundamental del proyecto,

es combatir microgotas virales mediante la aplicación de microgotas de tensoactivos específicos con acción biocida y microgotas de ozono (Figura 1).

- Tensoactivos: Estos no deben tener efectos tóxicos en personas. Por su origen biológico, los tensoactivos, carecen de actividad citotóxica, tienen potenciales biocida y virucida, además, son de uso común en la industria de limpieza e higiene.
- Ozono: Es el desinfectante más eficaz que posee la más alta capacidad oxidativa de la materia orgánica y es ampliamente usado para la desinfección tanto del agua para uso como para consumo humano. Elimina en pocos segundos virus, bacterias, quistes, hongos, toxinas, algas y protozoos; además, mejora el sabor y olor en el agua. Se desintegra rápidamente. El ozono tiene la versatilidad de poder utilizarse disuelto en agua o en forma gaseosa en ambientes.

Para establecer una propuesta sistemática de desinfección de espacios, las tres entidades de la UNAM, desarrollan formulaciones químicas y la aplicación del ozono como desinfectantes en aerosoles. En particular, el Instituto de Ingeniería desarrolló e implementó técnicas microbiológicas y de muestreo, que permiten la detección de partículas virales para evaluar la eficacia virucida y los porcentajes de inactivación de virus gracias al uso de aerosoles. Para el establecimiento de dichas metodologías, se diseñó y desarrolló una cámara de contacto (patente en trámite), en la cual, se llevaron a cabo los ensayos de inactivación de virus en aerosol en un ambiente controlado. Los resultados fueron extrapolados a ambientes reales (salón de prueba).

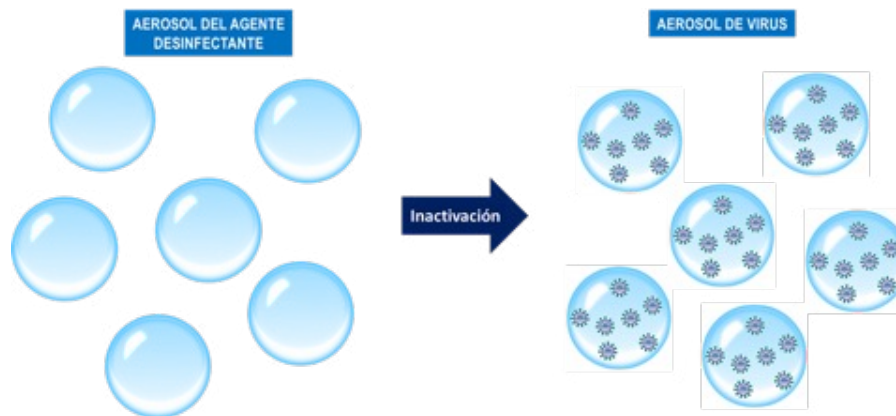


Figura 1. Interacción de microgotas virales con microgotas de tensoactivos específicos con acción biocida y microgotas de ozono

Virus indicadores o bacteriófagos

El uso de virus patógenos como el SARS-CoV-2 para la investigación, resulta riesgoso; por ello, académicos especialistas del Instituto de Ingeniería propusieron el uso de virus sustitutos inofensivos para el humano, los cuales, son conocidos como bacteriófagos o virus indicadores con las siguientes particularidades:

- Presentan características estructurales similares a las de los virus patógenos.
- Son virus sustitutos de virus patógenos que infectan únicamente bacterias.
- Resultan adecuados sustitutos para estudios de los virus transmitidos por aire.
- Hay seguridad para los analistas, su estudio no requiere precauciones especializadas de biocontención.
- Son fáciles de reproducir en grandes cantidades.
- Ofrecen un amplio abanico de opciones para elegir en función de su morfología.
- Un indicador viral revela la presencia de virus patógenos, es una alerta o “informante” de la calidad de una superficie o espacio.
- Mediante su uso se logra determinar la presencia de virus causantes de enfermedades y su uso podría prevenir grandes brotes de enfermedades infecciosas.

Simulación de un ambiente contaminado con virus

Los ensayos para evaluar la eficacia virucida tanto de las formulaciones químicas de tensoactivos como del ozono, consistieron inicialmente en establecer un arreglo experimental (Figura 2) en un ambiente controlado (cámara de contacto). Con base en los resultados de las pruebas en la cámara de contacto; se desarrolló la metodología para un ambiente real (salón de prueba). El arreglo experimental estuvo integrado por los componentes que se describen a continuación:

- Nebulización de una densidad conocida del virus indicador, bacteriófago MS2, mediante la generación de aerosoles con un atomizador Single Jet.
- Aplicación en aerosol del desinfectante (tensoactivos u ozono), mediante la nebulización con un segundo atomizador Single Jet.
- Inactivación del indicador viral permitiendo un tiempo de contacto del virus con el desinfectante (tensoactivo u ozono).
- Recuperación de partículas virales no inactivadas en filtros de gelatina (succión de los aerosoles mediante muestreador Button).
- Análisis microbiológico. Los filtros se procesan aplicando una técnica microbiológica doble capa de agar (DAL-Double Agar Layer), también implementada por el Instituto de Ingeniería.
- Cálculo del porcentaje de inactivación.

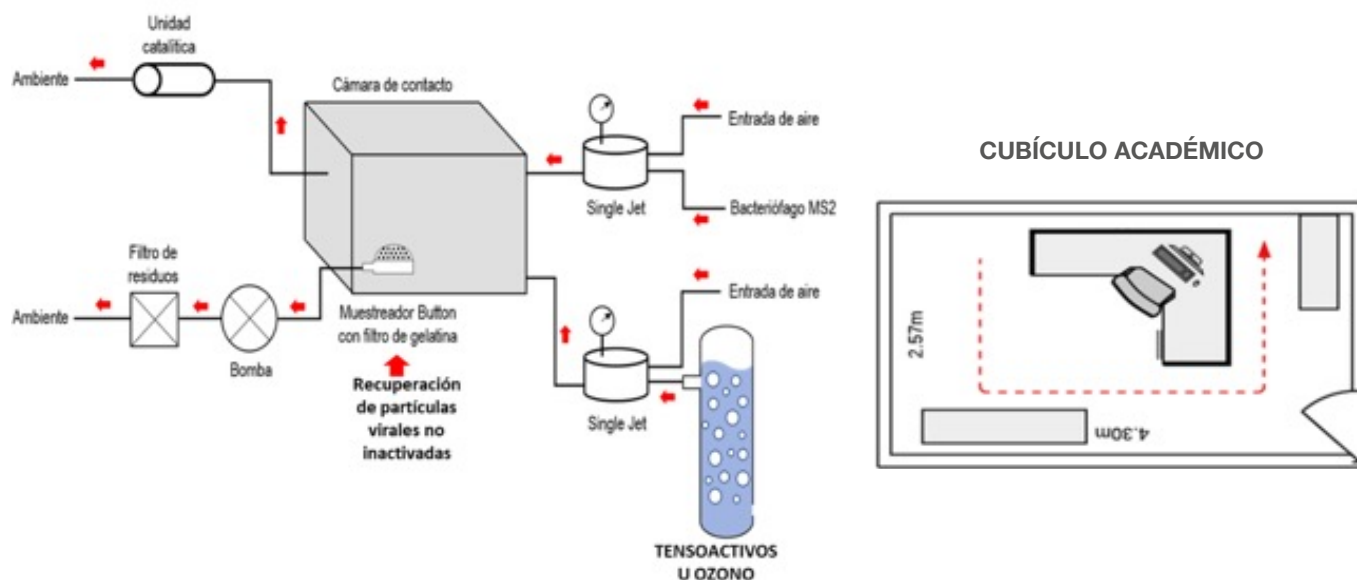


Figura 2. Arreglo experimental en un ambiente controlado (cámara de contacto) y ensayos de inactivación en ambiente real (salón de prueba) para la inactivación de virus

Avances del proyecto

Después de evaluar diferentes condiciones de muestreo y aplicación de desinfectantes, los resultados obtenidos hasta el momento indican que, mediante la aplicación de las formulaciones químicas de tensoactivos, es posible eliminar el virus sustituto (bacteriófago MS2) entre 93.04 y 98.55% a los cinco minutos de tiempo de contacto y entre 99.86 y 99.99 a los 10 minutos de tiempo de contacto. Los ensayos de inactivación con ozono se encuentran en proceso. Los resultados servirán de base para proponer una sistemática de desinfección de espacios cerrados como: oficinas, salas de espera, aulas, bibliotecas, laboratorios, auditorios, clínicas, cubículos, casetas de vigilancia, comedores, tiendas, vehículos, etc.; con ello, prevenir contagios de enfermedades virales. Sin duda, una importante contribución a la comunidad de la UNAM y al bienestar social. |

Responsable y corresponsables del proyecto:

Facultad de Química: Dr. Jesús Gracia Fadrique (responsable). Instituto de Ingeniería: Dra. María Teresa Orta Ledesma (corresponsable). Instituto de Investigaciones en Materiales: Dr. José Luis López Cervantes (corresponsable).

Académicos Participantes II-UNAM: M. en C. Isaura Yáñez Noguez y Dr. Ignacio Monje Ramírez

Estudiantes Participantes II-UNAM: Doctorado: Lidia Alicia López Vega. Licenciatura: Ariel Nicolas Moreno, Karla Sabine Landa Cerón, Brenda Victorino Solís y César E. Valdés López.

Inactivación de partículas virales en aerosoles utilizando microgotas de tensoactivos u ozono

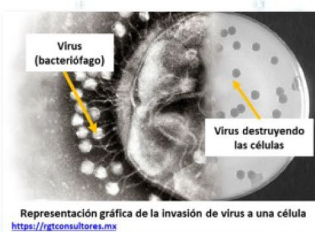
La principal vía de transmisión del virus SARS-CoV-2 es por la inhalación de microgotas en aerosoles de fluidos respiratorios.

El propósito del proyecto es combatir microgotas virales, con microgotas de ozono y tensoactivos específicos con acción biocida.

El Instituto de Ingeniería desarrolló e implementó técnicas microbiológicas que permiten la detección en aerosoles, de partículas virales del bacteriófago MS2 como virus sustituto del SARS-CoV-2.



Se han realizado ensayos de inactivación del virus usando tensoactivos específicos desarrollados por la Facultad de Química.



PROCEDIMIENTO

- 1 Nebulización de microgotas del bacteriófago MS2
- 2 Nebulización de microgotas de tensoactivos específicos
- 3 Los tensoactivos se dejaron actuar por 5 y 10 minutos
- 4 Se tomaron muestras de los aerosoles
- 5 Se recuperaron los virus que NO fueron inactivados
- 6 Se llevó a cabo el análisis microbiológico
- 7 Se determinó el porcentaje de inactivación

Los tensoactivos pueden eliminar el virus sustituto (MS2) entre 93.04% y 98.55% a los 5 minutos de contacto y entre el 99.86 y 99.99 a los 10 minutos. Mientras que con el ozono en aerosol con una concentración residual estimada de 0.873 mg/L durante 5 segundos, es decir un Ct de 0.0728 (min mg/L), se alcanza una inactivación del 98.82%

2ª EDICIÓN PREMIO ABERTIS

Fundación Abertis acompaña al grupo Abertis en todos los países donde está presente para tener mayor eficiencia y sostenibilidad del trabajo que realizan. En México cooperamos con la Red de Carreteras de Occidente (RCO) para mejorar el tráfico, para que sea más seguro, más eficiente, más sostenible, a fin de colaborar en una economía más inclusiva y apoyar el desarrollo de este país en todo lo que se merece,—con estas palabras inició Elena Salgado, presidenta de Fundación Abertis.

Los proyectos ganadores —agregó— vienen de las mejores universidades, son de gran calidad, ha sido muy difícil elegir; lo que nos ha parecido importante es integrar todos los puntos de vista de la movilidad que se enfrenta a nuevos retos y tratar que la investigación que se presenta en esos proyectos pueda ser inmediatamente aplicable a la mejora de la infraestructura y de su gestión.

La Fundación Abertis desarrolla sus actividades en torno a cinco ejes: movilidad, seguridad vial, medio ambiente, cultura y educación. En el caso de la educación tenemos con UNICEF un proyecto para que niñas de 12 a 16 años de áreas desfavorecidas puedan integrarse al estudio de la ingeniería, tecnología y matemáticas, disciplinas que eran consideradas únicamente para los varones pero que nos interesa que participen las mujeres.

Abertis fundó esta red de Cátedras porque es una organización que mira hacia adelante que trata de mejorar y va en busca del conocimiento -concluyó-.



El Premio Catedra Abertis es de mayor importancia para la juventud porque invita a los estudiantes de posgrado de todo el país a participar con sus ideas sobre transporte y seguridad vial. Esto último representa un foco de riesgo para los jóvenes, es el principal motivo de muertes al año, afirmó la Dra. Rosa María Ramírez Zamora, directora del Instituto de Ingeniería.



El II ha vivido muy de cerca este Premio —continuó la Dra. Ramírez— al ser una de nuestras investigadoras la Dra. Angélica Lozano la directora de la Cátedra Abertis a quien felicito calurosamente, asimismo a los ganadores, nos sentimos orgullosos ya que uno de ellos es estudiante de posgrado de la UNAM. Los invito a seguir participando en este premio.

En términos generales —comentó el Dr. José Saniger, Secretario de Investigación y Desarrollo de la CIC- el Premio Abertis es una gran oportunidad porque refleja la alianza entre las universidades con las empresas y es fundamental para generar conocimiento útil y políticas públicas que beneficien a la sociedad. El tema de la movilidad sustentable es de gran importancia para enfrentar los problemas que tenemos de sostenibilidad. El trabajo conjunto de la academia, del gobierno y de la sociedad civil es una alianza para mejorar el futuro del país.

Los ganadores para las mejores tesis de doctorado en esta ocasión fueron:

Luis David Berrones Sanz egresado del IPN con la tesis *Índice de sostenibilidad para el transporte público de La CDMX* y Antonio Eduardo Mogro Zambrano del Tecnológico de Monterrey con la tesis *Factors Influencing Real-World Emissions of Light – Duty Vehicles in Mexico*.

En la categoría de mejor tesis a nivel maestría fue Óscar Eduardo Nieto Garzón, egresado de la UNAM con el trabajo de investigación *Relación de Transporte de carga con el ozono superficial y sus principales precursores en la ZMVM*.

Todos ellos recibieron un reconocimiento, una estatuilla y un estímulo económico de manos de la Mtra. Elena Salgado Méndez, Presidenta de Fundación Abertis, del Lic. Juan Duarte Cuadrado, embajador de España en México y del Mtro. Demetrio Sodi Cortés, Director General de la Red de Carreteras de Occidente. |

EXPO-DESARROLLOS COVID - 19

Expo-desarrollos Covid-19 fue el escenario de 17 tecnologías creadas por dependencias universitarias para atender la pandemia. Termómetro portátil, ventilador pulmonar con sistema de monitoreo, sistema auxiliar para respiración asistida, medidor de concentración de CO₂, dispositivo y método electroquímico para la detección de fragmentos genéticos de SARS-COV 2 en aguas residuales y cámara termográfica dual con uso de inteligencia artificial son algunos de los trabajos que investigadores de la UNAM crearon para atender la pandemia que inició en marzo de 2020.

El Dr. Leonardo Lomelí, Secretario General de la UNAM, dijo que la máxima casa de estudios emitió una convocatoria a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) a la que respondieron los Institutos de Ingeniería, de Física y el de Ciencias Aplicadas y Tecnología junto con las Facultades de Ingeniería y de Ciencias para aportar soluciones al problema de salud que se presentaba. Ahora -dijo- es el momento de buscar alianza con la industria para que estos desarrollos que requieren apoyo y financiamiento adicional sean aprovechados.

Al tomar la palabra la Dra. Rosa María Ramírez Zamora, directora del Instituto de Ingeniería, afirmó que el diseño de los dispositivos representó un trabajo gratificante, ya que participaron especialistas de diversas disciplinas conjuntando habilidades y capacidades, desarrollos que hoy tienen registro de patentes.

Mientras que el Dr. Jesús Manuel Dorador de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla, enfatizó que es necesario recurrir al sector industrial, pues hay ciertas pruebas que no es posible financiar a través de las universidades.

Por su parte, la Dra. Cecilia Noguez, investigadora del Instituto de Física y exdirectora del mismo al inicio del proyecto, recordó que durante la pandemia se identificó una gran escasez de insumos indispensable y recurriendo a la UNAM, la comunidad universitaria respondió en forma inmediata, en muy pocas semanas ya se tenían ventiladores, termómetros, caretas, cajas de intubación, entre otras cosas.



SEGURIDAD VIAL

El Instituto de Ingeniería de la UNAM, la Fundación Abertis y la Red de Carreteras de Occidente organizaron la conferencia Seguridad Vial con el fin de informar a los jóvenes los cuidados que deben tener para evitar accidentes viales.

Correspondió a la Dra. Rosa María Ramírez Zamora, directora del IIUNAM declarar inaugurada la conferencia y felicitó a la Mtra. Elena Salgado, presidenta de la Fundación Abertis, y a los Doctores Angélica Lozano y Jesús Chavarría del Instituto de Ingeniería y de la Red de carreteras de Occidente por unir esfuerzos en torno al tema de la seguridad vial.

Por su parte, la maestra Elena Salgado comentó: si bien nuestras autopistas son absolutamente seguras, también queremos contribuir desde la Fundación a incentivar esa responsabilidad individual que nos lleva a hacer un buen uso de la infraestructura, ya que la movilidad forma parte de nuestras vidas.

Posteriormente, inició su relato la maestra en ingeniería de calidad Gabriela Ruiz Zetina, aficionada a la velocidad, a desvelarse y manejar en estas condiciones; un día en una bajada se le atravesó un perro bastante grande y ella recuerda: di un volantazo que provocó dos giros en el coche. Hubo tres cosas que me salvaron la vida -dijo-, traía puesto el cinturón de seguridad, nunca perdí el conocimiento y una persona vio el accidente y decidió ayudarme. Llegué al hospital con las piernas volteadas.

Mi intención al dar esta plática es dar un mensaje contundente para que personas que piensan que son intocables, que nunca les va a suceder, reflexionen. La situación que yo viví fue muy difícil; por un lado, empezar a caminar, pero lo que más trabajo me ha costado es perdonarme por haberle hecho pasar esto a mi familia, no hay palabras para decirles lo siento. Cuando vas al hospital piensas que todo se va a arreglar, en mi caso fueron nueve cirugías, además de la amputación de ambas piernas por arriba de la rodilla.

Las consecuencias, producto de una mala decisión que tú tomaste, viajan a través de tres factores: del tiempo, de las cosas, porque yo no solamente perdí mis piernas, perdí mi trabajo, mi coche, mi independencia, he perdido mucho dinero y del factor personal, porque aquella persona que creías era tu amigo incondicional, también se va.

Entonces, tu vida da un vuelco de 180 grados y te enfrentas a pérdidas emocionales, psicológicas, físicas y financieras. Las consecuencias, en mi caso, van a seguir toda mi vida porque las prótesis las tengo que renovar periódicamente. Ahora me dedico a quebrantar paradigmas, a decirle a las personas que eliminen de su vocabulario las palabras *NO pasa nada, a mi no me va a pasar*. Sé que hay una frase muy mexicana que dice: *nadie experimenta en cabeza ajena*; pero yo estoy aquí para decirles qué se siente estar en terapia intensiva; sientes mucha incertidumbre porque no sabes si vas a salir, la pasas muy mal porque solamente dejan entrar a tres familiares durante cinco minutos cada uno y el resto del día estas sola; ¿qué se siente estar en

una silla de ruedas?, se siente que dependes de alguien hasta para ir al baño. Además, generalmente las personas no tienen tanta empatía, siempre le van a hablar a tu acompañante. Qué se siente tener una prótesis, se siente que estás atrapada todo el tiempo; por ejemplo, el clima me perjudica, si hace mucho frío me congelo y si de por sí ya camino como robot pues es peor porque me cuesta más trabajo caminar y, si hace mucho calor, entonces la prótesis como es de plástico me empieza a rosar y se pueden abrir las cicatrices.

A veces nos enganchamos en el pasado, estamos con ese resentimiento que nos hace vivir aquella situación nuevamente, o extrañas, o añoras algo, te resistes al cambio y sigues en la nostalgia. También está el futuro que siempre está condicionado, cuando tenga esto voy a hacer esto y te estás perdiendo del presente cuando en realidad cada instante de nuestra vida no va a volver, es un regalo que nos están dando.

El camino es empezar desde los pensamientos; tienes la oportunidad de gestionarlos desde la aparición del pensamiento; tienes la capacidad de discernir si el pensamiento es positivo o negativo, es algo maravilloso que va a facilitar tu camino y será la diferencia entre soplarle a la vela el día de tu cumpleaños o que alguien prenda una veladora por ti.

Cuando nos subimos a un vehículo nos convertimos en una extensión de él y es una gran responsabilidad para el conductor y para los pasajeros, es una corresponsabilidad que debemos enfrentar porque todos los accidentes pueden ser prevenidos, generalmente pasan porque estamos distraídos.

Estoy aquí para concientizar a quienes me escuchan, agradezco a la Red de Carreteras de Occidente (RCO) por darme la oportunidad de hablar con tantas personas para tocar su vida. RCO tiene más de 800 mil Km de carreteras en Michoacán, Nayarit, Jalisco, Guanajuato y Querétaro, esto es una responsabilidad muy grande. RCO es una empresa comprometida para que tú vuelvas a tu casa.

Los invito a que leamos lo siguiente y a que lo meditemos: A través de mis conocimientos, mis valores y mis actitudes, identificaré humildemente las decisiones que he tomado asumiendo la responsabilidad de que en muchas ocasiones me he puesto en riesgos, me he puesto en peligros innecesarios



para dar motivo de aquí en adelante a honrar mi propia vida, mi propia existencia y también la de mi prójimo. Recuerda que todos estamos aquí por un propósito, eres dueño de tu destino y eres capaz de tomar las mejores decisiones para ti; para prevenir cualquier situación que te dañe y para afrontar las adversidades de la vida (sic).

Por su parte el Dr. Jesús Chavarría Vega, de RCO, habló sobre el nuevo enfoque sistémico de la seguridad vial que comprende a conductores, vehículos e infraestructura. Nuestra meta -dijo- es alcanzar cero muertes por accidentes de tráfico, parece imposible, pero países como Suecia ya lo han logrado.

Los accidentes ocurren porque algo hace que se cometa un error, puede ser del conductor, puede ser el vehículo o la carretera; para resolver estos problemas debemos tener usuarios más seguros, carreteras mejor trazadas y conocer el porqué de los accidentes.

La principal causa de accidentes es el uso del celular, claro que la carretera y el vehículo deben cooperar para que la conducción sea segura. Corresponde a los ingenieros planear bien las carreteras para facilitar la vida al conductor.

Desafortunadamente, México está clasificado dentro de los diez países con peores hábitos de manejo; hay una ausencia total de cultura vial y ausencia de mecanismos para hacer cumplir la ley. Es muy importante capacitar a los conductores, no sólo en las habilidades para conducir, en especial su ACTITUD, fomentar valores de respeto repercutirán en la seguridad tanto del conductor y sus acompañantes como de las demás personas.

Por último, Francisco Granados abordó el tema de las motocicletas, dijo que son un medio de transporte que se ha incrementado considerablemente. Con datos del INEGI, hace diez años había poco más de 23 millones de autos y poco más de millón y medio de motocicletas registradas. En diez años ya tenemos registradas casi siete millones de motocicletas, es decir, más de 300% de aumento, en especial en las zonas urbanas. Esto se debe al bajo costo de las motocicletas, al bajo consumo de combustible y a las facilidades de pago.

Además, con la pandemia las personas empezaron a solicitar entregas de comida, víveres, medicinas, etc., hasta su domicilio y la forma más rápida es en una motocicleta.

Finalmente, las causas más comunes de siniestros viales son: cambio de carril, ignorar semáforos, exceso de velocidad, el uso de drogas, lluvia, neblina, bajas condiciones climáticas, violencia vial (pelearse con otro conductor) y defectos de las vías; además, las vialidades no están hechas para motociclistas, inexperiencia en la conducción, hay jóvenes de doce y trece años que ya están conduciendo motocicletas.

Una propuesta de prevención dirigidas a los motociclistas sería ser más estrictos en los trámites de licencias, generar concienciación (campañas de uso adecuado de motocicletas en redes sociales y paraderos) en el uso del casco, el alcoholímetro, el respeto al semáforo, vías más seguras, espejos así

como frenos ABS, ya que podemos tener menor distancia de frenado y tener carriles exclusivos para motocicletas. Lo que quiero decir es que debemos hacer un buen uso de las motocicletas para evitar que el número de muertos por accidentes en motocicletas siga creciendo y la Academia puede contribuir con investigaciones para reducir el impacto que está teniendo esta situación.

Al término del evento algunos asistentes como los estudiantes de la Facultad de Economía Giovanni Esquivel y José Julio Medina Cruz opinaron que: esta conferencia sobre la seguridad vial fue muy interesante porque sirve para concientizar y reflexionar viendo casos reales y no sólo a través de las estadísticas.

Para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Biomédica Isabel Fernández y Eduardo Sánchez. La primera comentó: la conferencia me gustó mucho, sobre todo la plática de la chica que sufrió el accidente, personalmente yo manejo y creo que a veces no he sido prudente, por ejemplo, con las horas de sueño, ya que como estudiantes universitarios no priorizamos y eso pone en riesgo tanto nuestra vida como la de otras personas. Por su parte, Eduardo Sánchez dijo: la primera plática me pareció fascinante, el hecho de que fuera tan contundente con sus palabras, y de ver a una persona que vivió una experiencia tan horrible como puede ser un accidente vial, me parece súper bueno para nosotros que a veces no pensamos en las consecuencias que pueden tener nuestros actos. Incluso como peatones, como usuarios del transporte público, estar atentos no sólo a la forma de manejar, también a la manera de caminar. Fue muy acertado incluir las otras dos pláticas porque este conjunto de cosas hace que ocurran, o no, situaciones fatales.

También platicamos con cuatro estudiantes de Facultad de Ingeniería y ellos comentaron lo siguiente: Brian Sánchez Méndez -dijo- me llegó, digamos que me tocó, sobre todo el tema de las motos porque ese es mi medio de transporte. Vania -comentó- me gustó bastante, te abre los ojos, quisiera que este tipo de conferencias las compartieran a un público más amplio para que llegara a mayor número de personas; cuántas veces no hemos agarrado el celular o le cambiamos al radio manejando y gracias a Dios no ha ocurrido un accidente, pero pudo haber pasado. Para Jesús Collantes, la conferencia fue interesante y necesaria -afirmó- que desafortunadamente, al ser personas jóvenes consideramos que manejar es un simple hecho y dejamos de lado la seguridad, sin embargo, al ver las consecuencias y gravedad de las mismas nos ayuda a ser más conscientes cuando estamos en un automóvil, en una moto, incluso, en el transporte público debemos estar atentos a lo que está pasando para tener mejor futuro al volante y proteger tu vida y la de los demás. Por último, Juan Méndez consideró que estos temas son muy importantes, principalmente para los jóvenes ingenieros que vamos a ser los encargados de diseñar la infraestructura del transporte del futuro, éste es uno de los grandes retos que tendremos que enfrentar en Latinoamérica. |



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®**

Puertas Abiertas

en el Instituto
de Ingeniería UNAM

2023

Miércoles
8 de noviembre

Recorridos
10:00 a 14:00 h
y
16:00 a 18:00 h

Auditorio
"José Luis Sánchez Bribiesca"
Torre de Ingeniería, a un costado de
la alberca en Ciudad Universitaria, CDMX

