



GACETA

DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®

NÚMERO 150, SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2021

ISSN 1870-347X

Revisión
estructural de tuberías
de agua a presión

Funcionamiento hidráulico
de la segunda línea de
conducción de PB5 a T05
del sistema Cutzamala

Estudio numérico
del secado de alimentos
por convección forzada

Observatorio para el estudio
de la resiliencia
al cambio climático
del acuífero de Yucatán

En el mes de octubre de 2021, con la disminución del número de decesos y de contagiados, aunada a la aplicación de vacunas contra la COVID-19 al personal de la UNAM y a la mayoría de los estudiantes, las autoridades de la Universidad han declarado el inicio de manera contundente y paulatina el regreso de la comunidad universitaria al trabajo presencial para realizar sus actividades académicas y administrativas. Sin embargo, ante un posible retroceso del semáforo epidemiológico de verde a amarillo, la UNAM ha implementado varias acciones para sistematizar diversos procedimientos administrativos para agilizarlos, como es el uso de la firma electrónica universitaria para las actas de exámenes de posgrado. También, con motivo de todos los procesos de elección de representantes, se ha expandido la utilización de sistemas electrónicos de votación. En el caso del IIUNAM, las secretarías Administrativa (SAdm) y de Telecomunicaciones e Informática (STI), de manera conjunta con la colaboración de la Mtra. Rosalía Aldana Jamaica, han desarrollado un sistema para presentar las solicitudes de contrataciones y recontractaciones de personal de servicios profesionales; este sistema, que será liberado en breve para los académicos del IIUNAM, tiene como objetivo, además de que el trámite se pueda realizar a distancia, que el tiempo de respuesta disminuya también, para el beneficio de ese personal que es apoyo tan importante para nuestro Instituto. Adicionalmente, en 2021 la STI en coordinación con la Dra. Norma Patricia López Acosta, Secretaria Académica, han apoyado para sistematizar cada etapa del proceso de evaluación académica de investigadores y de técnicos académicos, lo que permitirá tener un resguardo de esta información en nuestras bases de datos institucionales; asimismo, la STI de manera conjunta con la Dra. Rosa María Flores Acosta, Responsable Sanitaria del IIUNAM, han diseñado y puesto a disposición de los académicos en el Sistema de Formatos Electrónicos del IIUNAM (SIFEII) diversas opciones de solicitudes para Trabajos de Campo, Ingresos a las instalaciones para

organizar los aforos permitidos de cada uno de los 16 edificios de nuestro instituto, tanto de nuestra comunidad como de visitantes, entre otros trámites. Agradezco mucho el apoyo de los secretarios, de la responsable Sanitaria y de todos quienes participaron en el desarrollo de estas bases de datos.

En otro orden de ideas, les comunico que se están desarrollando estrategias para incrementar la vinculación industria-IIUNAM con proyectos de investigación en temas de innovación tecnológica y para la posible transferencia de un número importante de desarrollos que tenemos (trece patentes otorgadas hasta el 25 de septiembre de 2021), para lo cual, se iniciaron algunas acciones de colaboración con la Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica (CVTT) en conjunto con la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM; la colaboración con estas dependencias es importante debido a que han establecido convenios con el gobierno de la Ciudad de México, con algunas universidades como el Tec de Monterrey, con la CONCAMIN y con varias importantes empresas internacionales para contar con los miembros del modelo de la triple hélice, que permita una alianza de participación dinámica, conjunta y comprometida entre el gobierno, el sector productivo y el sector académico, ya que son estos los principales actores en los procesos de innovación. Adicionalmente, será importante la participación de la comunidad académica, para definir los ejes temáticos de investigación que sean de interés para el gobierno y para las principales empresas del país, para que se desarrollen en nuestro instituto de manera multi e interdisciplinaria. La definición de esos ejes temáticos se verá reforzada, inicialmente, con la opinión del Gobierno de la Ciudad de México, a través de la Dirección de Desarrollo e Innovación de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI), para la atención de los problemas de servicios de transporte, agua, movilidad, aire, y diversos insumos y equipos médicos para atender esta pandemia, entre otros que se tienen en esta entidad federativa.

UNAM

Rector
Dr. Enrique L. Graue Wiechers
Secretario General
Dr. Leonardo Lomeli Vanegas
Secretario Administrativo
Dr. Luis A. Álvarez-Icaza Longoria
Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria
Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Abogada General
Dra. Mónica González Contró
Coordinador de la Investigación Científica
Dr. William H. Lee Alardín
Director General de Comunicación Social
Mtro. Néstor Martínez Cristo

IIUNAM

Directora
Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Efraín Ovando Shelley
Subdirector de Hidráulica y Ambiental
Dra. Rosa María Flores Serrano
Subdirector de Electromecánica
Dr. Arturo Palacio Pérez
Subdirector de Unidades Académicas Foráneas
Dr. Germán Buitrón Méndez

Secretaría Académica
Dra. Norma Patricia López Acosta
Secretario Administrativo
Lic. Salvador Barba Echavarría
Secretario Técnico
Arq. Aurelio López Espíndola
Secretario de Telecomunicaciones e Informática
Ing. Marco Ambriz Maguey
Secretario Técnico de Vinculación
Lic. Luis Francisco Sañudo Chávez

GACETA DEL IIUNAM

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
Distribución
Guadalupe De Gante Ramírez

GACETA DEL IIUNAM

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual se muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 10 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2014 070409264300 109. Certificado de Licitud de Título: 13524. Certificado de Licitud de Contenido: 11097. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México. Tel. 56233615.

Además, se tiene programado iniciar contacto directo con representantes y titulares de dependencias de gobierno a diversos niveles y con los principales gremios industriales del país, como son la CONIECO y la COPARMEX. Toda esta información servirá, también, como insumo para identificar los temas estratégicos de investigación que debemos desarrollar o reforzar en nuestro instituto para la realización de proyectos de interés del Gobierno de la CDMX y el sector empresarial, con la colaboración de todos los académicos que deseen integrarse a estos grupos de trabajo multi e interdisciplinarios. En ese sentido, estoy convencida de que el IIUNAM cuenta con

la infraestructura y el capital humano altamente calificado en un gran número de las disciplinas de la ingeniería que se requieren, para desarrollar macroproyectos innovadores que involucren sistemas complejos como es el Nexo Agua-Energía-Ambiente-Alimentación. Para reforzar esta estrategia de vinculación, se conformó un grupo de académicos que apoyarán en las labores de vinculación, que encabeza el Dr. Efraín Ovando Shelley, quien tiene una amplia experiencia en el tema. |

Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Directora

REVISIÓN ESTRUCTURAL DE TUBERÍAS DE AGUA A PRESIÓN

FERNANDO PEÑA Y FRANCO CARPIO

Las tuberías de agua a presión forman parte de las redes de agua potable que abastecen los centros urbanos y forman parte de las líneas vitales; las cuales, deben tener un comportamiento estructural adecuado durante su periodo de vida útil. Tanto el diseño como la revisión de este tipo de obras debe ser a partir de un equipo multidisciplinario que incluya la parte hidráulica, geotécnica y estructural.

El proyecto hidráulico define el diámetro de las tuberías y las presiones actuantes en la misma, según los gastos de operación. Por su parte, el equipo de geotecnia calcula la capacidad de carga del suelo y propone las posibles soluciones para las cimentaciones de los diferentes tipos de apoyos. Finalmente, el estructurista define los espesores de las tuberías, distancias entre apoyos y detallados de las conexiones.

En este trabajo se presenta la revisión estructural de una línea de conducción de tipo superficial (fig. 1) que se ubica

entre una planta de bombeo y una torre de oscilación, con el fin de mostrar la participación del ingeniero estructurista en este tipo de obras.

Criterios generales de revisión estructural

Los elementos estructurales que se deben revisar, además de las tuberías de acero, son los atraques (fig. 2) que soportan las presiones hidráulicas causadas por los cambios de dirección de la línea, así como los apoyos fijos y móviles ubicados entre los atraques (fig. 3). Los apoyos fijos son aquellos que no permiten movimientos a lo largo de la línea y se utilizan principalmente cuando la tubería se encuentra localizada en pendientes. Los apoyos móviles restringen únicamente el movimiento vertical de la tubería y se utilizan principalmente para disminuir el claro libre de la tubería para tener flechas aceptables.

Las acciones de diseño que se deben considerar son: i) peso propio de la estructura; ii) peso propio del agua; iii) presión de operación normal; iv) presión transitoria; v) presión de colapso; vi) temperatura; vii) sismo y viii) viento.



Figura 1. Línea de conducción superficial

Para la línea en revisión de acuerdo con el proyecto hidráulico, la presión máxima de diseño para operación normal y transitoria es de 2 y 3 MPa, respectivamente, que corresponden a un gasto máximo de 17 m³/s. Se hace notar que, la presión transitoria no genera presiones negativas a lo largo de la línea que originen un posible colapso de la tubería. Por tanto, la línea se revisa para los siguientes estados:

- i) Operación normal: línea en operación normal, que considera el peso de la estructura y del agua, así como la presión hidráulica para operación normal y las acciones accidentales (sismo, viento y temperatura).
- ii) Flujo transitorio: línea con presión transitoria, que considera el peso de la estructura y del agua, más la presión hidráulica por efectos transitorios.
- iii) Sin presión: línea llena sin presión, considera el peso de la estructura, del agua y las acciones por temperatura.
- iv) Vacía: línea vacía, sólo considera el peso de la estructura y las acciones por temperatura.

La tubería, al ser superficial sobre apoyos, se revisa al centro del claro y en los apoyos, que es donde se generan los mayores esfuerzos. Debido a que no se conoce si la línea tiene protección interna contra corrosión del agua, en la revisión se tomó en cuenta la reducción del espesor de la tubería por efectos de corrosión (AWWA-M11, 2018). Por lo que, en todas las revisiones se considera un espesor reducido y un diámetro interno incrementado por corrosión.

La revisión de los atraques, apoyos fijos y móviles se realiza a partir de su estabilidad. Es decir, se revisan de forma similar a una cimentación tipo zapata aislada. Para ello, es necesario trabajar de forma conjunta con los especialistas en geotecnia.

Las acciones accidentales por viento y sismo se determinaron a partir del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE (MDOC-DV, 2020; MDOC-DS, 2015). Para las acciones por viento se calcularon la presión dinámica, el coeficiente de arrastre, el factor de ángulo de inclinación y el factor de corrección de esbeltez.

Para las acciones por sismo se consideró que los atraques y la tubería tienen un comportamiento elástico lineal, ya que deben permanecer completamente operacionales. Por lo que se considera un factor de comportamiento sísmico Q igual a 1. Asimismo, por la importancia de la estructura, se considera que es de tipo A, por lo que su factor de importancia es igual a 1.5. Debido a la flexibilidad de la tubería al centro del claro entre apoyos, se debería calcular sus propiedades dinámicas.



Figura 2. Atraques



Figura 3. Apoyos móviles



Figura 4. Junta de expansión

Si éstas no se calculan, entonces se deben considerar tanto las acciones más desfavorables como la aceleración de la meseta del espectro. Por su parte, los atraques y apoyos, por ser masivos (fig. 2), se consideran infinitamente rígidos, por lo que para su revisión sísmica se considera la aceleración del suelo.

Finalmente, la línea tiene juntas de expansión (fig. 4) para absorber los cambios de longitud de la tubería provocados por la temperatura. Por ello, los efectos de temperatura no generan esfuerzos adicionales en la tubería.

Revisión de la tubería

La tubería se debe revisar al centro del claro y en los apoyos, que es donde se generan los mayores esfuerzos en la línea. Los manuales de diseño para tuberías a presión recomiendan que se utilice un criterio de esfuerzos admisibles, tanto para diseño como para revisión (AWWA-M11, 2018; MAPAS-6, 2015).

Al centro del claro se hacen tres tipos de revisiones: i) presión interna; ii) flecha y iii) esfuerzo equivalente (esfuerzos triaxiales). Para la presión interna se revisa que el esfuerzo admisible circunferencial sea mayor que la presión actuante. La flecha al centro del claro debe ser menor que la admisible, la cual se considera 1/360 veces el claro libre de la tubería. Finalmente, la revisión por esfuerzos equivalentes se basa en la teoría de falla de Hencky-von Mises, donde se consideran todas las acciones actuantes en la línea.

La revisión en los apoyos toma en cuenta el efecto de los esfuerzos de punzonamiento en la tubería debido a las fuerzas cortantes causados por la reacción del apoyo. Los esfuerzos de punzonamiento se deben revisar para las distintas combinaciones de carga, éstos dependen de la reacción en el apoyo, del diámetro exterior de la tubería, del ángulo de contacto de la tubería con el apoyo y de un factor de reducción que depende, principalmente, de los esfuerzos circunferenciales presentes en la tubería debido a la presión interna. Debido a los esfuerzos de punzonamiento, es común que en los apoyos se incremente el espesor de la tubería a través de anillos de acero.

Referencias

- AWWA-M11 (2018). *Steel Pipe: A Guide for Design and Installation*, Manual M11, 5th Edition, American Water Works Association, USA.
- MAPAS-6 (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – Estudios Técnicos para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño estructural*, Comisión Nacional del Agua, México.
- MDOC-DS (2015). *Manual de Obras Civiles – Diseño por Sismo*, Comisión Federal de Electricidad, México.
- MDOC-DV (2020). *Manual de Obras Civiles – Diseño por Viento*, Comisión Federal de Electricidad, México.

Revisión tanto en los atraques como en los apoyos fijos y móviles

Las revisiones relacionadas con la estabilidad de los atraques y apoyos consideran las siguientes combinaciones de cargas:

- i) Combinación 1, peso propio de la tubería y agua, más la presión transitoria.
- ii) Combinación 2, peso propio de la tubería y agua, más la presión de operación junto con las acciones accidentales (sismo o viento).
- iii) Combinación 3, peso propio de la tubería y agua, más la presión de operación.
- iv) Combinación 4, peso propio de la tubería y el agua.
- v) Combinación 5, peso propio de la tubería.

Para la evaluación de la estabilidad se revisa: i) deslizamiento, ii) torsión, iii) capacidad de carga y iv) volteo. Se hace notar que, para los atraques, a diferencia de los apoyos, adicionalmente a las cargas de las diferentes combinaciones se deben considerar las fuerzas hidráulicas debidas al cambio de dirección de la línea.

Para la revisión del deslizamiento, la torsión y el volteo, se utiliza un criterio de factores de seguridad. Para la revisión por capacidad de carga del suelo, se utiliza un criterio de factores de reducción de resistencia y factores de carga. También, se revisa que el esfuerzo máximo a compresión debido al momento de volteo no sobrepase la capacidad de carga del suelo.

El estado de servicio se revisa mediante el asentamiento instantáneo y la porción del área sin contacto del cimientado, debido a los momentos de volteo producidos por las fuerzas laterales. Los asentamientos instantáneos se revisan con la Combinación 3, que son las acciones presentes durante la vida útil de la línea.

La reducción del área de contacto del cimientado con el suelo se calculó a partir de las combinaciones sin factorizar. |

FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SEGUNDA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE PB5 A T05 DEL SISTEMA CUTZAMALA

ALEJANDRO SÁNCHEZ,
EDUARDO RODAL Y LIBIA CARMONA

Con la puesta en servicio de la Planta de Bombeo No. 5 (PB5), en 1982 inició operaciones la primera etapa del Sistema Cutzamala, para el abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México y municipios del Estado de México. Esta planta de bombeo, una de las seis que conforman el sistema, se alimenta del tanque de aguas claras de la planta potabilizadora “Los Berros”. Actualmente, después de la entrada en funcionamiento de la segunda y tercera etapas del sistema, los caudales de operación de la PB5 han alcanzado los $16 \text{ m}^3/\text{s}$. En un futuro, cuando sea factible la incorporación de la cuarta etapa, el sistema debería bombear hasta $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

El Sistema Cutzamala es la principal fuente externa de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México, actualmente, le aporta un caudal de entre 9.5 y $10 \text{ m}^3/\text{s}$, que representa alrededor de 30% del total requerido. El 70% restante corresponde a sistemas y redes de pozos ubicados en el Estado de México; Lerma, Barrientos y Chiconautla, entre otros, así como de pozos y manantiales localizados dentro de la ciudad.

La tubería de conducción que va de la PB5 hasta la Torre de Oscilación No. 5 (T05), de $1,500 \text{ m}$ de longitud y 3.0 m de diámetro, ha operado de manera prácticamente ininterrumpida en los casi cuarenta años de vida del sistema. Por tratarse de uno de los pocos tramos que no contaban con una conducción



Figura 1. Tuberías de alta presión en la descarga de la Planta de Bombeo No. 5

paralela, en la década pasada, la CONAGUA llevó a cabo el diseño y construcción de una segunda línea (Línea 2), que permita poner fuera de servicio la Línea 1 para su mantenimiento. En noviembre de 2018 se pretendió interconectar las líneas y poner en funcionamiento la Línea 2; lamentablemente, en el proceso de llenado se presentaron desplazamientos en la estructura de interconexión que impidieron su funcionamiento.

Por lo anterior, se decidió modificar el proyecto de interconexión e implementar un nuevo arreglo en la descarga de la PB5, con la ventaja de realizarlo con diámetros menores, aunque esto implicó adaptar la instalación en una zona con muy poco espacio y con interferencia con las estructuras existentes. El nuevo arreglo permite que dos de los equipos de bombeo puedan conectarse alternativamente a cualquiera de las dos líneas, asegurando de esta forma que cada línea, de manera independiente, pueda entregar un gasto de por lo menos $17 \text{ m}^3/\text{s}$.

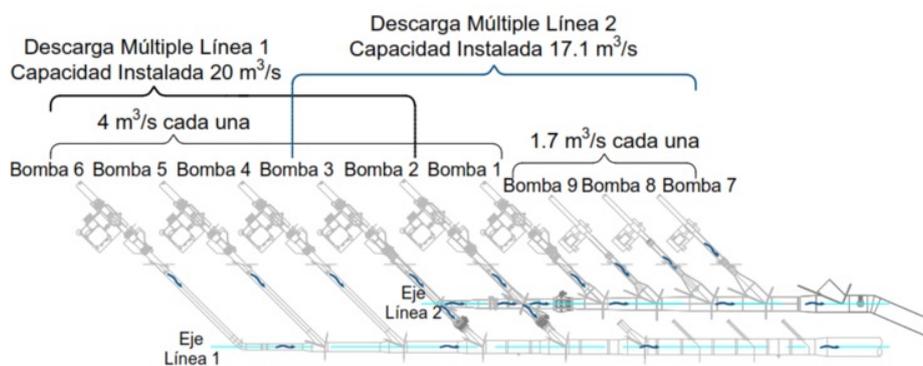


Figura 2. Nuevo arreglo de los múltiples de descarga de la Planta de Bombeo No. 5

Para asegurar el correcto funcionamiento de este nuevo arreglo, que incluye todos los elementos de la Línea 2 ya construidos, la CONAGUA solicitó apoyo técnico al Instituto de Ingeniería en las especialidades de hidráulica, geotecnia y estructuras. De esta manera, se conformó un equipo de trabajo que contó, además de los autores de este artículo, académicos de la Coordinación de Hidráulica, con la participación de los grupos de trabajo a cargo de los doctores Alberto Jaime Paredes y Fernando Peña Mondragón.

Por lo que respecta al área de Hidráulica, se llevaron a cabo los análisis de la operación del bombeo en flujo establecido y transitorio. En ambos casos, los análisis hidráulicos se efectuaron para diferentes condiciones de funcionamiento, esto es; operando exclusivamente por la Línea 1 o por la Línea 2, con caudales de 20 y 17 m³/s respectivamente, así como con la operación simultánea de ambas, para un gasto total de 24 m³/s.

Los análisis en operación normal, o flujo establecido, se realizaron utilizando un modelo desarrollado con el programa EPANET. El modelo consideró el subsistema hidráulico comprendido entre el tanque de aguas claras y el tanque Santa Isabel, ubicado 15 km aguas abajo de la T05. A través de estos análisis:

- i. Se determinaron las presiones máximas en operación normal a todo lo largo de las conducciones, desde los múltiples de descarga de la PB5 (21 kg/cm²)

hasta la interconexión de las líneas 1 y 2 con la T05 (3.8 kg/cm²).

- ii. Se establecieron directrices de operación a través de un protocolo de maniobras en las bombas y válvulas localizadas en la PB5, así como en la llegada a la T05. En particular, se trata de los lineamientos para la operación normal del bombeo y las maniobras necesarias para el funcionamiento con una sola de las dos líneas de alta presión, en caso de que la otra tenga que salir de operación para mantenimiento.

A partir de las condiciones en operación normal, se realizaron los análisis numéricos del transitorio hidráulico provocado por el paro accidental del bombeo. Por tratarse de las condiciones extremas, se consideró el disparo simultáneo de bombas enviando el caudal máximo determinado para cada uno de los escenarios analizados en operación normal.

En todos los casos, las simulaciones numéricas se realizaron utilizando el programa Trans, desarrollado por el Grupo de Hidromecánica del Instituto de Ingeniería de la UNAM. El programa fue alimentado con las características físicas de las estructuras hidráulicas y de las líneas de conducción, así como con los parámetros que describen el comportamiento de las válvulas y equipos de bombeo en flujo transitorio. Cabe señalar que dichos parámetros han sido calibrados a partir de una gran cantidad de mediciones de campo efectuadas desde el inicio de la operación del sistema.

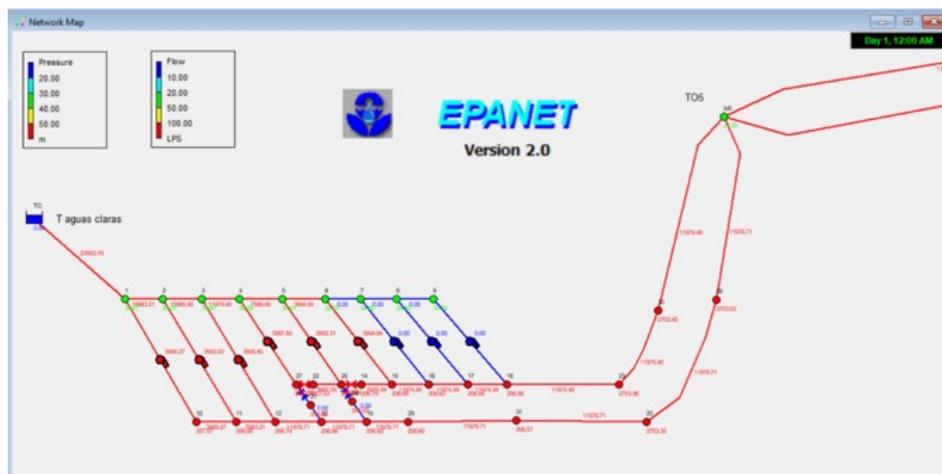


Figura 3. Simulación en EPANET de la operación normal del sistema

Los resultados que arrojó el programa incluyen la variación en el tiempo de la carga y el gasto en diferentes puntos de la conducción; también, la variación del nivel en las estructuras hidráulicas involucradas y de la velocidad de giro de los grupos motor-bomba. El programa Trans proporcionó, además, las envolventes de cargas extremas (máximas y mínimas) a lo largo de la conducción.

De esta forma, fue posible establecer que las presiones máximas transitorias que se presentarán en los múltiples de descarga de la PB5 serán de hasta 30 kg/cm², esto es, 43% mayores a la presión máxima en operación normal.

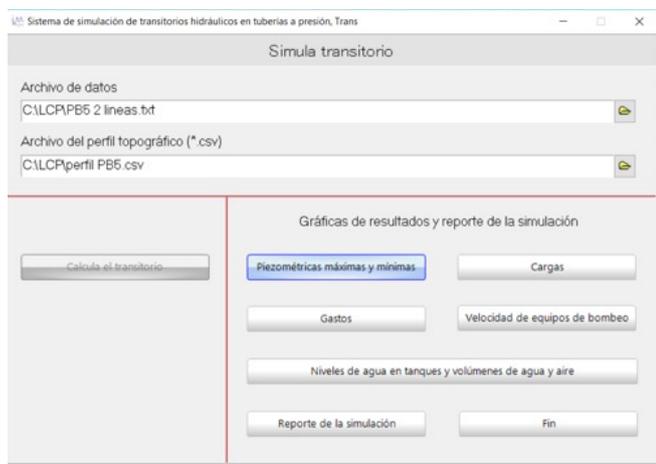


Figura 4. Módulo para presentación de resultados del programa Trans

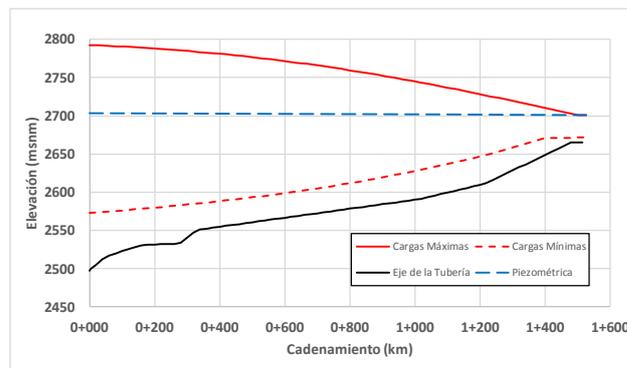


Figura 5. Envolventes de cargas extremas calculadas con el programa Trans

Es muy importante mencionar que los resultados anteriores fueron un insumo fundamental para la revisión del diseño estructural de la tubería que conforma la Línea 2, particularmente de sus apoyos. Asimismo, permitieron llevar a cabo la revisión de estabilidad de los atraques en el nuevo múltiple de descarga y en los cambios de dirección de las tuberías. Como resultado de la revisión estructural y de geotecnia, se establecieron recomendaciones para la adecuación de las estructuras ya construidas e, incluso, propuestas para el rediseño de estructuras que aún no habían sido concluidas.

El 26 de marzo de 2021, la CONAGUA, por conducto del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, puso en servicio la Línea 2, tramo PB5-TO5, el cual opera con normalidad a la fecha de esta publicación. |

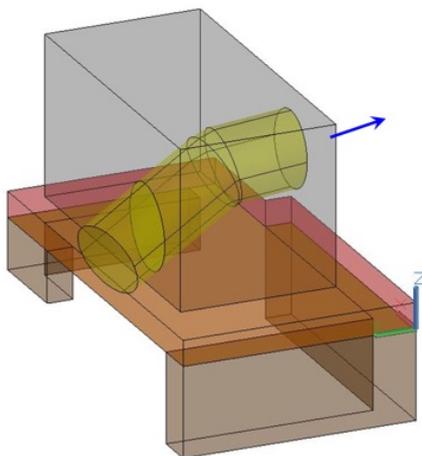


Figura 6. Propuesta para la recimentación de un atraque en la nueva línea de alta presión

ESTUDIO NUMÉRICO DEL SECADO DE ALIMENTOS POR CONVECCIÓN FORZADA

ELISEO MARTÍNEZ-ESPINOSA,
MARTÍN SALINAS-VÁZQUEZ Y WILLIAM VICENTE

El Banco de Alimentos de México estima un desperdicio de alimentos en el país de aproximadamente 33%. Este desperdicio disminuirá mediante el impulso de la preservación de alimentos en los pequeños, medianos y grandes productores hortofrutícolas, este impulso les brinda la oportunidad de participar activamente en nuevos mercados. Existen diversos métodos de secado de alimentos como el solar, ultrasonido, radiación, convección natural, alta refrigeración y convección forzada. El método de secado por convección forzada permite la implementación de fuentes de energía de baja entalpía; además, controla las propiedades de los alimentos y se acopla fácilmente con otros métodos como el de ultrasonido. Sin embargo, la representación matemática del fenómeno fisicoquímico es compleja por la gran cantidad de variables involucradas. Una forma de entender los fenómenos involucrados en el secado de alimentos para mejorar el proceso a partir de diseños de equipos existentes o mediante nuevos diseños, es mediante el modelado numérico. Por tal motivo, el grupo de investigación de la CIPIA estudia el secado de alimentos por convección forzada a través del modelado numérico.

El modelado matemático (analítico o numérico) requiere algunas simplificaciones para abordarlo. Los modelos analíticos plantean casos unidimensionales, además, la distribución de la corriente de aire en la cámara de secado no es considerada. Las simulaciones numéricas permiten una representación del fenómeno más cercana a la realidad física, éstos pueden desarrollarse en dos casos: no conjugado y conjugado. El modelado no conjugado estudia la transferencia de calor y masa dentro del alimento por difusión, además, acopla el efecto de la corriente del aire mediante condiciones de frontera en la interface del alimento. El acoplamiento se realiza por coeficientes de transferencia de calor y masa obtenidos mediante correlaciones semi-empíricas (Castro *et al.*, 2018; Yuan *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2020). El modelado conjugado resuelve simultáneamente las ecuaciones de transporte de materia y energía tanto en el flujo como en el

alimento. Ambas fases son acopladas mediante condiciones de frontera en la interface por coeficientes de transferencia de calor y masa locales. Todas las simulaciones reportadas en la literatura han sido desarrolladas con la alternativa RANS (Reynolds Averaged Navier Stokes). Estas simulaciones han sido conducidas principalmente en régimen de flujo laminar (Ateeque *et al.*, 2014; Chandramohan, 2016; Kim *et al.*, 2016 y Silva Júnior *et al.*, 2019), aunque existen trabajos en régimen de flujo turbulento (Tzempelikos *et al.*, 2015; Caccavale *et al.*, 2016; Defraeye y Radu, 2017).

Modelo numérico

Personal de la CIPIA desarrolló un modelo numérico con la alternativa de simulación LES (Large Eddy Simulation) para el modelado conjugado del secado de cuboides de papa en una cámara de secado por convección forzada. El modelo plantea difusión pura al interior de la papa y un régimen de flujo turbulento para el flujo externo. La evaporación del contenido de humedad al interior del alimento es representada mediante las ecuaciones de difusión de materia y energía. El flujo de aire turbulento es modelado con las ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía. La cámara de secado es representada como una región aislada en la zona de flujo completamente desarrollado mediante la implementación de condiciones de frontera periódicas (Figura dentro de la tabla). Bajo este enfoque es factible simplificar el secado de alimentos como una región de dimensiones muy reducidas sin perder la realidad física del fenómeno. El acoplamiento de ambas fases (alimento y flujo externo) se realiza mediante condiciones de frontera de continuidad de materia y energía en las caras del alimento.

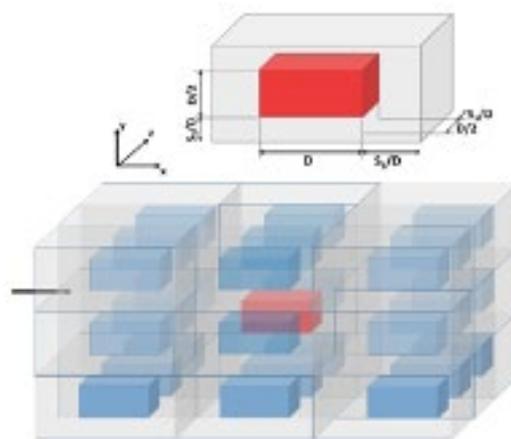
La simulación numérica es desarrollada en cuboides de papa con dimensiones de 0.04x0.02x0.02 m en las direcciones espaciales x, y, z. La velocidad media de la corriente de aire es de 2.5 m/s (Re=4200) con temperatura media de 60°C. Para representar diferentes escenarios de separación de un arreglo de alimento en línea en una cámara de secado, se plantearon doce casos de estudio con diferentes separaciones longitudinales (S_1/D) y transversales ($S_2/D=S_3/D$) con respecto a la dirección del flujo. Estos casos de estudio permiten establecer la influencia de la separación del alimento en la transferencia de calor y masa en un deshidratador por convección forzada. Las distancias de separación estudiadas se presentan de manera adimensional con la finalidad de generalizar los resultados obtenidos como se muestra en la siguiente Tabla.

Caso	S_1/D	$S_2/D=S_3/D$
1	0.25	0.25
2	0.50	0.25
3	0.75	0.25
4	1.0	0.25
5	0.25	0.50
6	0.50	0.50
7	0.75	0.50
8	1.0	0.50
9	0.25	0.75
10	0.50	0.75
11	0.75	0.75
12	1.0	0.75

El modelo numérico es validado principalmente con datos experimentales disponibles en la literatura abierta para el flujo alrededor de un cubo (Khan *et al.*, 2018), el flujo alrededor de un cilindro rectangular (Lyn *et al.*, 1995) y correlaciones semi-empíricas del número de Nusselt en un cilindro rectangular (Iguarashi, 1986). Las predicciones numéricas mostraron gran concordancia con los datos experimentales para el cálculo del campo de velocidades medias y sus fluctuaciones. En lo referente a la transferencia de calor, el número de Nusselt medio es de 84, que se ajusta a los valores reportados por Iguarashi (1986) de 71-101.

Resultados

Los resultados obtenidos en la investigación de la CIPIA se muestran de forma adimensional para generalizarlos. Las curvas de comportamiento de la uniformidad de la temperatura promedio y las concentraciones promedio de la humedad en las caras del alimento se presentan de forma adimensional con tiempos de secado máximos de 4.5 h ($t/DU_0=30$). Las predicciones muestran que el espaciamiento entre cuboides del alimento afecta al patrón del flujo de la corriente de aire en la primera etapa de secado. Este espaciamiento longitudinal (S_1/D) y transversal (S_2/D y S_3/D) tiene fuerte influencia en la transferencia de calor y masa. El espaciamiento longitudinal afecta al comportamiento del flujo y bajas separaciones longitudinales ($S_1/D \leq 0.25$), por lo que no son recomendadas, ya que causan la formación de una estela cuasi-estacionaria que bloquea el movimiento del flujo externo. En esta zona la temperatura media en la superficie del alimento presenta



fluctuaciones que ocasiona un calentamiento no uniforme del alimento; además, hace que la transferencia de calor sea muy sensible porque se presentan casos de alto y bajo rendimiento térmico. Altas distancias longitudinales de separación ($S_1/D > 0.25$) son recomendadas porque el secado es más uniforme. La separación transversal ($S_{2,3}/D$) afecta al tamaño e intensidad de las recirculaciones en la parte trasera del cuerpo. Bajas separaciones transversales ($S_{2,3}/D = 0.25$) promueven zonas de alta turbulencia en el cuerpo que incrementan la transferencia de calor y masa, pero el calentamiento no es uniforme. A separaciones transversales mayores $S_{2,3}/D > 0.25$, la transferencia de calor y masa en las caras laterales del alimento tiende a ser más uniforme. Los resultados revelan la fuerte influencia del espaciamiento del alimento en el control del secado.

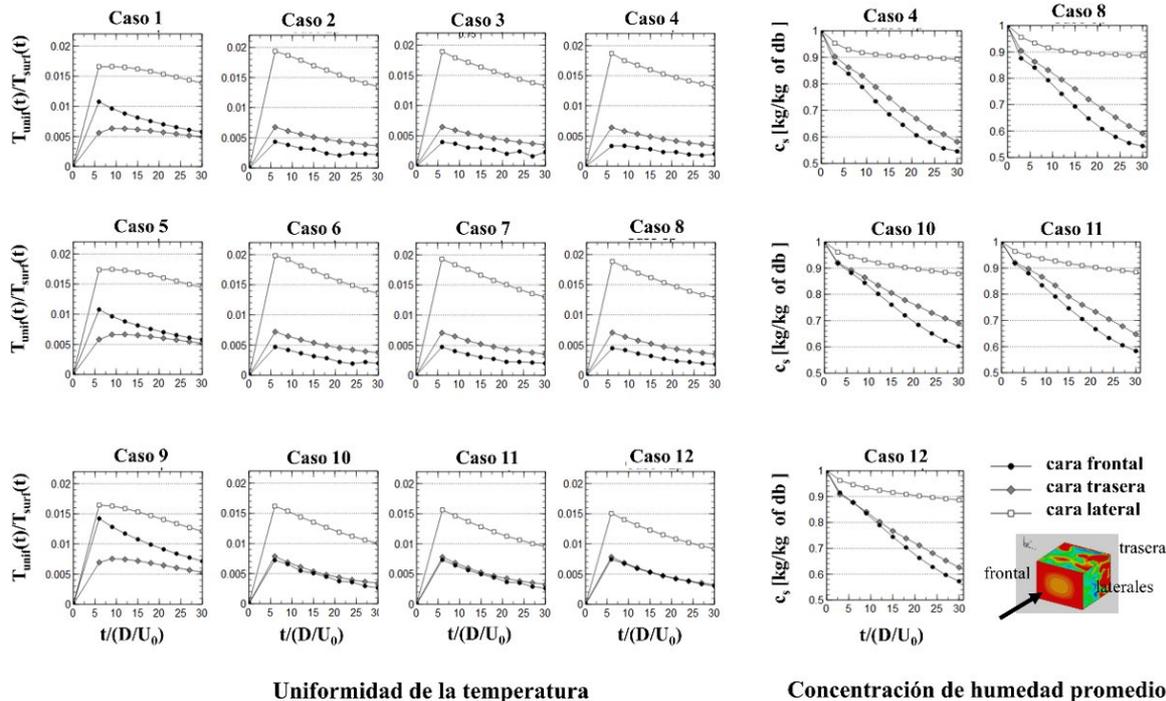
Conclusiones

La intensidad de la turbulencia depende de la separación longitudinal y transversal del alimento. Aunque la turbulencia promueve la transferencia de calor y masa, no implica que el secado del alimento sea uniforme por el efecto de bloqueo del movimiento del flujo externo.

La principal aportación de esta investigación radica en que el secado presenta mayor uniformidad a separaciones longitudinales (S_1/D) de 1.0 y separaciones transversales ($S_{2,3}/D$) de 0.75.

Agradecimientos

El estudio fue financiado por el proyecto DGAPA-PAPIIT TA100117. |



Referencias

Ateeque, M.; Udayraj Mishra, R. K.; Chandramohan, V. P. y Talukdar, P. (2014). Numerical modeling of convective drying of food with spatially dependent transfer coefficient in a turbulent flow field. *Int. J. Therm Sci.* 78, 145-157.

Caccavale, P.; De Bonis, M. V. y Ruocco, G. (2016). Conjugate heat and mass transfer in drying: A modeling review. *J. Food Eng.* 176, 28-35.

Castro, A. M.; Mayorga, E. Y. y Moreno, F. L. (2018). Mathematical modeling of convective drying of fruits: A review. *J. Food Eng.* 223, 152-167.

Chandramohan, V. P. (2016). Numerical Prediction and Analysis of Surface Transfer Coefficients on Moist Object during Heat and Mass Transfer Application. *Heat Transf. Eng.* 37, 53-63.

Defraeye, T. y Radu, A. (2017). Convective drying of fruit: A deeper look at the air-material interface by conjugate modeling. *Int. J. Heat Mass Transf.* 108, 1610-1622.

Igarashi T. (1986). Local heat transfer from a square prism to an air stream. *Int. J. Heat Mass Transf.* 29, 777-784.

Khan, M. H.; Sooraj, P.; Sharma, A. y Agrawal, A. (2018). Flow around a cube for Reynolds numbers between 500 and 55000. *Exp. Therm. Fluid Sci.* 93, 257-271.

Khan, M. I. H.; Welsh, Z.; Gu, Y.; Karim, M. A. y Bhandari, B. (2020). Modeling of simultaneous heat and mass transfer considering the spatial distribution of air velocity during intermittent microwave convective drying. *Int. J. Heat Mass Transf.* 153, 119668.

Kim, D., Son, G. y Kim, S. (2016). Numerical analysis of convective drying of a moist object with combined internal and external heat and mass transfer. *Int. J. Heat Mass Transf.* 99, 86-94.

Lyn, D. A.; Einav, S.; Rodi, W. y Park, J. H. (1995). A Laser-Doppler Velocimetry Study of Ensemble-averaged Characteristics of the Turbulent Near Wake of a Square Cylinder. *J. Fluid Mech.* 304, 285-319.

Silva Júnior, M. A. V.; Rabi, J. A.; Ribeiro, R. y Dacanal, G. C. (2019). Modeling of convective drying of cornstarch-alginate gel slabs. *J. Food Eng.* 250, 9-17.

Tzempelikos, D. A.; Mitrakos, D.; Vouros, A. P.; Bardakas, A. V.; Filios, A. E. y Margaris, D. P. (2015). Numerical modeling of heat and mass transfer during convective drying of cylindrical quince slices. *J. Food Eng.* 156, 10-21.

Yu, X. L.; Zielinska, M.; Ju, H. Y.; Mujumdar, A. S.; Duan, X.; Gao, Z. J. y Xiao, H. W. (2020). Multistage relative humidity control strategy enhances energy and exergy efficiency of convective drying of carrot cubes. *Int. J. Heat Mass Transf.* 149, 119231.

Yuan, Yuejin; Tan, L.; Xu, Y.; Yuan, Yueding y Dong, J. (2019). Numerical and experimental study on drying shrinkage-deformation of apple slices during process of heat-mass transfer. *Int. J. Therm. Sci.* 136, 539-548.

OBSERVATORIO PARA EL ESTUDIO DE LA RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ACUÍFERO DE YUCATÁN

ROGER PACHECO, PAULO SALLES,
CESAR CANUL-MACARIO, MARIANA GÓMEZ

La importancia del acuífero de Yucatán

Resulta crucial tener líneas base para el estudio de sistemas naturales y el acuífero de Yucatán no es la excepción. Dada su importancia y vulnerabilidad, es primordial establecer un monitoreo continuo del acuífero para conocer su estado actual y evolución, así como realizar estudios que nos permitan entender mejor este complejo sistema y su resiliencia.

Un poco de historia

La importancia del agua para los pobladores de la península de Yucatán se remonta desde nuestros ancestros, los mayas. Según los historiadores, los mayas fueron una de las primeras civilizaciones en usar el agua subterránea ampliamente, dada la inexistencia de agua superficial en ríos y lagos en Yucatán. Muchas de las ciudades mayas se desarrollaron cerca de cenotes (estructuras naturales en roca caliza parcialmente inundadas resultado de la disolución y el derrumbamiento de la bóveda de cavernas cercanas a la superficie del terreno), los cuales eran usados como abastecimiento. Resulta que los españoles tuvieron serios problemas durante la conquista por la falta de fuentes de agua de fácil acceso: una forma de resistencia de la población maya era tapar el acceso a los cenotes antes de abandonar sus poblaciones. Aún en la actualidad, el acuífero sigue siendo la fuente de abastecimiento más importante de agua para la población, y prácticamente la única. Los pueblos de la península Yucatán obtienen su agua del acuífero, ya sea de sistemas municipales de abastecimiento o de pozos artesanales.

¿Qué hace vulnerable a este acuífero?

Aunque el concepto de vulnerabilidad puede ser complejo, podemos señalar que, en el caso del acuífero de la península de Yucatán, tres factores influyen decisivamente en ella: su naturaleza kárstica, que sea un acuífero costero y que sea

altamente heterogéneo. El acuífero es kárstico porque se desarrolla en rocas altamente solubles como la calcita y el yeso, componentes principales de la geología de la península. Los cenotes son una expresión de esta naturaleza que en ocasiones presentan una conexión directa de la superficie al agua subterránea, por lo que cualquier residuo vertido en este entrará en contacto directo con el valioso recurso del agua. La heterogeneidad hace referencia a que las propiedades del acuífero varían en el espacio. Esta heterogeneidad se produce por lo “fácil” que se disuelven las rocas que conforman el acuífero y se expresa, además de los cenotes, en cuevas y conductos de disolución por donde el agua puede moverse más rápido y cuya ubicación es difícil de conocer con precisión.

En lo que respecta a la intrusión salina, esta se da de manera natural por ser un acuífero costero: el acuífero es un lente de agua dulce que flota sobre agua salada. Pero, incrementos en el nivel medio del mar y las extracciones pueden hacer que el agua de mar penetre más tierra adentro y disminuya el espesor de agua dulce afectando directamente la cantidad de agua disponible para el aprovechamiento humano.

¿Cómo se estudia desde el punto de vista hidrogeológico un acuífero costero kárstico?

Los estudios en acuíferos kársticos son un reto por la limitada aplicabilidad de las técnicas clásicas usadas en hidrogeología. Por ejemplo, los modelos de estimación de direcciones de flujo son buenos para estudios regionales, pero tienen mayor incertidumbre a menor escala, por lo que se requiere de modelos especializados y más complejos para su estudio. En cualquier caso, los modelos hacen uso de datos de calidad para lograr sus objetivos. Desafortunadamente, no existen programas de monitoreo continuo del acuífero. Los esfuerzos para su monitoreo lo han realizado algunas instituciones educativas o gubernamentales en distintas ubicaciones por periodos cortos, usualmente, por la falta de recursos económicos.

¿Cómo obtener datos confiables sobre el acuífero de Yucatán?

Nosotros creemos que la respuesta reside en un programa de monitoreo. Es así como el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC) y el Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros (LIPC) del Instituto de Ingeniería de la UNAM, establecen un programa de monitoreo en el Observatorio Costero para la Resiliencia (OCR) en Sisal, Yucatán. Este es uno de los siete OCR que se encuentran en implementa-

ción por parte del LANRESC. Uno de los objetivos principales del OCR en Sisal es estudiar la resiliencia al cambio climático en la costa de Yucatán, específicamente, los efectos del cambio climático en la erosión, inundación costera e intrusión salina, sus repercusiones socioambientales y la capacidad de respuesta ante estresores y *shocks*. Esto se realiza mediante los siguientes objetivos específicos: 1) caracterizar la dinámica actual mediante la medición y retroanálisis de variables atmosféricas, oceanográficas, morfológicas y geohidrológicas; 2) estimar la dinámica futura mediante la modelación de escenarios futuros; 3) ligarlo a procesos químicos, ecológicos y socio-económicos de forma interdisciplinaria para hacer partícipes a otros actores no académicos; y 4) evaluar la capacidad de adaptación y proponer medidas de mitigación a partir de los resultados obtenidos.

¿Qué se monitorea en el OCR de Sisal en materia de hidrogeología?

Nuestro monitoreo comenzó en 2017. Actualmente, se monitorean nueve pozos, los cuales, se pueden observar en la Figura 1. Se tiene planeado extender esta red conforme los recursos humanos y económicos lo permitan. En el OCR de Sisal se realiza el monitoreo continuo de salinidad en pozos costeros a diferentes profundidades y niveles piezométricos, así como perfiles mensuales de salinidad como variables base. Este monitoreo nos permitirá conocer el estado del acuífero

y la intrusión salina, así como su evolución, además de que estos datos son importantes en estudios de resiliencia y de modelación para proponer mejores estrategias de manejo del acuífero. Con estos datos, se ha producido una tesis de doctorado de la cual se derivaron dos artículos relacionados con la dinámica de este acuífero costero (Canul-Macario *et al.* 2020; Canul-Macario *et al.* 2021). Todos los resultados de los monitoreos en el OCR en Sisal se pueden visualizar en la siguiente liga: <http://ocse.mx/es/experimento/geohidrologia>.

Además de estas variables, de manera esporádica se han realizado otros monitoreos que también miden variables relacionadas al acuífero. Por ejemplo, en colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), se realizó un estudio para caracterizar las propiedades hidráulicas de la duna de arena (Medina, 2020). También, se han realizado mediciones continuas de parámetros fisicoquímicos en manantiales para realizar una caracterización del acuífero costero, así como mediciones tanto en lagunas costeras como en manantiales que en ellas descargan para estudiar el fenómeno de intrusión de agua salina en dichos manantiales (Pacheco, 2018), y estudios para obtener información de la geomorfología de la costa yucateca usando datos de Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT, Gómez-Nicolás *et al.*, 2018). Finalmente, en colaboración con la Facultad de Química de la UNAM, se han hecho campañas de colección de muestras de agua subterránea para la determinación de contaminantes emergentes.

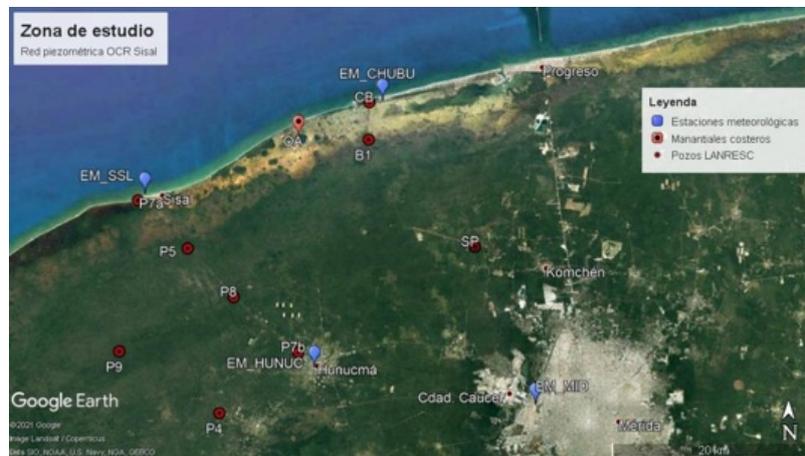


Figura 1. Pozos de monitoreo del Observatorio Costero para la Resiliencia en Sisal

Herramientas computacionales, el pan de cada día del hidrogeólogo

Actualmente, nos hemos centrado en estudiar la disponibilidad de agua del acuífero de la costa yucateca, y el entendimiento de las interacciones entre el acuífero costero y el mar, a través de modelos numéricos. Por ejemplo, la figura 2 muestra los resultados de un modelo numérico regional para el acuífero de la península de Yucatán. Este modelo es desarrollado en MODFLOW usando la aproximación de medio poroso equivalente, y la paquetería FloPy de Python. Esta librería permite generar el modelo numérico usando *rasters* y otras herramientas de Sistemas de Información Geográfica que pueden ser fácilmente obtenidas usando el *software* libre Quantum Geographical Information System (QGIS). Los datos de precipitación usados son un promedio de la precipitación anual de 1902 a 2015, tomados del Atlas Climático Digital de México (Fernandez *et al.* 2015), asumiendo que la recarga es un porcentaje de 20% de la precipitación. Este es un mapa preliminar, el cual se mejorará al incorporar las diferentes metodologías que nos permiten estimar la recarga del acuífero, además de un análisis de incertidumbre según los datos usados para su generación.

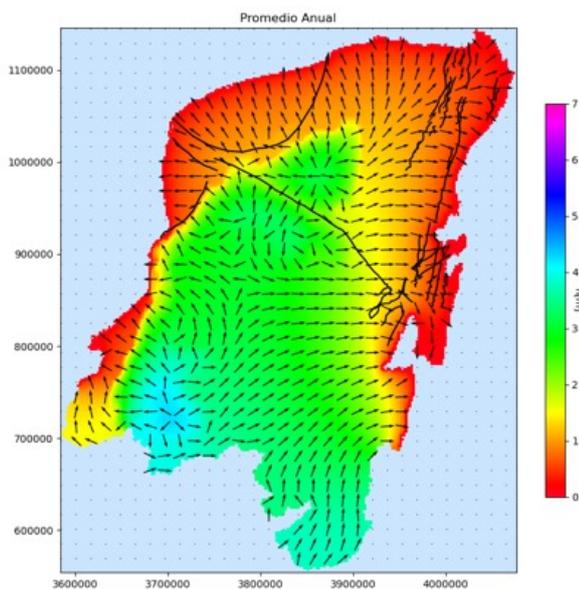


Figura 2. Modelo regional de flujo para la península de Yucatán

¿Qué podemos decir de la resiliencia del acuífero de Yucatán?

El estudio de resiliencia en el acuífero ha sido abordado de manera exploratoria con el concepto de *resiliencia ecológica*, considerando perturbaciones en la carga hidráulica y la salinidad del acuífero. Este concepto se ha basado en: 1) los umbrales de cambio de las variables estudiadas, 2) el tiempo de permanencia de los efectos de los estresores, 3) la interacción de escalas y 4) la capacidad de recuperación-adaptación del acuífero. Los resultados preliminares pueden ser observados en la Figura 3, la cual sugiere que el acuífero costero de Yucatán muestra resistencia y tiempos de recuperación menores a un día a perturbaciones de las mareas astronómicas (AT) e inversión de flujo en manantiales (FR); mientras que para el bombeo (P) y las mareas de tormenta (SS), se tienen permanencia de estas perturbaciones por períodos mayores. Particularmente, los eventos de corta duración como los huracanes (H) muestran la capacidad de reorganizar el ecosistema ofreciendo nuevos estados de equilibrio en la carga hidráulica y salinidad del acuífero por un período prolongado. Finalmente, el cambio climático muestra cambios importantes a futuro en el acuífero, considerando un aumento de la carga hidráulica y salinidad, por lo que las poblaciones en esta zona costera deberán considerar estrategias de adaptación para estas condiciones futuras, como la extracción de agua de pozos más lejanos de la costa o tratamientos de desalinización del agua marina.

Oportunidades de investigación, tesis y colaboración

En definitiva, los trabajos de este observatorio han rendido frutos. Sin embargo, existe mucho potencial tanto con los datos como con nuestros estudiantes y colaboradores para sacar más provecho de la información generada: modelos más complejos que incorporen las características del acuífero kárstico que puedan ser usados para estudios locales, y que incorporen la incertidumbre en los resultados de las simulaciones; los efectos del cambio climático en este importante recurso son otros aspectos de la resiliencia. Esperamos que estos estudios sean de utilidad para la sociedad, hacia un mejor manejo y conservación de este importante recurso. |

Referencias

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. Universidad Nacional Autónoma de México.

Canul-Macario, C.; Salles, P.; Hernández-Espriú, A. y Pacheco-Castro, R. (2021). Numerical modelling of the saline interface in coastal karstic aquifers within a conceptual model uncertainty framework. Hydrogeol J.

Fernández, A.; Zavala J.; Romero, R.; Conde, A. y Trejo R. (2015). Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación. Centro de Ciencias de la Atmósfera Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional

de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Gómez-Nicolás, M.; Ojeda, E.; Salles, P. y Flores-Orozco, A. (2018). Structural characterization of a coastal aquifer using time-lapse electrical resistivity tomography. EGUGA, 11853.

Medina J. (2020). Caracterización geohidrológica del acuífero de la Duna costera de Sisal, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán.

Pacheco, R.; Salles, P.; Canul-Macario, C. y Paladio-Hernández, A. (2018). Flow reversal in the coastal lagoon "La Carbonera" AGU Fall Meeting 2018.

NOTIINGEN

¿Conoces NOTIINGEN?

Es el noticiero del Instituto de Ingeniería presentado por Fernanda Cisneros, donde encontrarás la información más relevante del mundo de la ciencia y la tecnología que se desarrolla en la UNAM.

Encuétralo cada viernes en nuestras redes sociales



InstitutoIngenieriaUNAM



IIUNAM



IIUNAM



IIUNAM



IINGENUNAM



17ª CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA SÍSMICA

En el marco de la 17ª Conferencia Internacional de Ingeniería Sísmica celebrada en Sendai, Japón del 27 de septiembre al 2 de octubre de 2021, el Dr. Luis Esteva Maraboto, junto con los profesores James O Jirsa (EUA), Tsuneo Katayama (Japón), Theodossius Tasios (Grecia), fue invitado a dar una plática especial dentro de la serie Conoce los Maestros (Meet the Masters).

La Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica (IAEE) invitó a los cuatro profesores, reconocidos internacionalmente por sus importantes contribuciones a lo largo de su vida en el campo de la ingeniería sísmica para que, a través de sus conferencias, compartieran sus conocimientos y sirvan como estímulo para jóvenes académicos y profesionistas interesados en este campo de la ciencia.

Nuestras felicitaciones al Dr. Esteva Maraboto por este merecido reconocimiento.



También en la 17ª Conferencia Internacional de Ingeniería Sísmica se llevó a cabo la votación para renovar la Junta Directiva de la Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica (IAEE, por sus siglas en inglés) resultando el Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro electo como director (miembro de la Junta Directiva). En adición al Dr. Alcocer, fueron electos otros cuatro nuevos directores y se reeligieron cinco de varios países del mundo. Los nuevos directores permanecerán en su posición tres años, con la posibilidad de una reelección. |

PONTE
PUNMA
PONTE EL CUBREBOCAS



PREMIO HYPATIA INTERNACIONAL

Nuestras más sinceras felicitaciones al Dr. Gustavo Ayala Milián quien, por sus contribuciones a la ingeniería sísmica y los métodos para evaluar la vulnerabilidad de construcciones históricas, se hizo acreedor a esta distinción.

Este premio lo promueve la Bienal de Restauración Urbana y Arquitectónica y lo otorga el Comité Fundacional del premio Hypatia Internacional compuesto por quince personalidades de diversos países europeos y no europeos con el patrocinio de 64 prestigiosos organismos públicos y privados, nacionales e internacionales, incluyendo: UNESCO, ministerios, embajadas, consulados, universidades, regiones, municipios, entre otros.

Los principales objetivos del premio Hypatia son:

- i) Premiar la labor profesional de mujeres y hombres que, con su compromiso en el campo de la investigación, las artes y las profesiones, han contribuido al avance del conocimiento científico y la mejora de la vida.
- ii) Contribuir a detener todas las formas de discriminación contra personas que se desempeñan con éxito en el campo de la investigación, las artes y las profesiones, tanto en el ámbito laboral como familiar.



- iii) Crear condiciones de intercambio y colaboración entre instituciones de países donde persisten condiciones de discriminación para personas de todas las edades, en particular, para las mujeres.

Luego de un cuidadoso procedimiento de selección basado en criterios científicos, el comité internacional de fundadores decidió otorgar el reconocimiento al Dr. Ayala. |

PREMIO A LA INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO PINCC 2021

Natural Variability and Warming Signals in Global Ocean Wave Climates es el título del artículo publicado en Geophysical Research Letters de la Dra. Itxaso Odériz en coautoría con los doctores Rodolfo Silva, Thomas Mrotlock, Nobuhito Mori, Tomoya Shimura, Adrean Webb, Roberto Padilla y Sofia Villers, que fue acreedor del primer lugar del Premio a la Investigación en Cambio Climático PINCC 2021 en la categoría 1.

Esta distinción la otorga el Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM al mejor artículo sobre la respuesta del sistema climático a forzantes externos de origen natural y/o antropogénico.

¡Enhorabuena! |



BIENVENIDA A LOS ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO 2021

El pasado 10 de septiembre, la Dra. Rosa María Ramírez Zamora dio la bienvenida a los estudiantes de nuevo ingreso 2021. Recordando que la misión del IIUNAM es contribuir al desarrollo y bienestar del país a través de la investigación en ingeniería, a la formación de recursos humanos y a la vinculación con la sociedad.

En este periodo se registraron 512 estudiantes: 134 de doctorado, 36 de posdoctorado, 130 de maestría, 16 de posmaestría, 7 de especialidad, 180 de licenciatura y 9 más de poslicenciatura.

Durante la reunión, que se llevó a cabo vía *streaming*, se proporcionó a los jóvenes información sobre el Programa de Becas del Instituto de Ingeniería (PBII) que depende de la Secretaría Académica; además, explicó la manera en la que funciona el sistema de control de estudiantes (SICOE) para darse de alta y renovar las solicitudes a dicho programa <http://aplicaciones.iingen.unam.mx/sicoe>.

El Programa de estudiantes del IIUNAM (PEII-UNAM) tiene un papel muy importante en la formación de recursos humanos y en la vinculación con la sociedad porque les brinda la oportunidad para que participen en proyectos donde la vanguardia de la ingeniería se aplica a problemas reales.

Los jóvenes activos registrados en el Programa de Estudiantes reciben servicios de cómputo y apoyo de la Unidad de Servicios de Información (USI). En la USI pueden solicitar préstamo de libros, búsqueda, recuperación de documentos, artículos, normas y patentes; análisis de citas, orientación en el uso de los catálogos globales de LIBRUNAM, TESIUNAM y SERIUNAM; consulta general y especializada; capacitación en el uso de bases de datos y recursos bibliotecarios; ingreso a la Biblioteca Digital (BiDiUNAM) para obtener la clave de Acceso Remoto, para que desde casa, se pueda utilizar los recursos electrónicos disponibles. En la página de Facebook y el canal de Youtube de la USI se puede encontrar algunos tutoriales de apoyo en el uso de la biblioteca, tales como el procedimiento para registrarse en la BiDi, en ORCID o unificar publicaciones en Scopus, entre otras novedades y noticias relacionadas con la biblioteca.

Para hacer uso de los servicios, es necesario llenar el formato de registro de usuario, que se puede descargar en este sitio <http://sitios.iingen.unam.mx/USIBiblioteca/>.

BIENVENIDA
a estudiantes de nuevo ingreso
del Instituto de Ingeniería UNAM

PROGRAMA

- **Palabras de bienvenida por parte de la Directora**
12:00 - 12:10 h
- **Secretaría Académica**
12:10 - 12:45 h
 - Funciones y Servicios
 - Programa de Becas y Reglamento
 - Sistema de Control de Estudiantes SICOE
 - Propuesta de apoyo emocional (Proyecto ESPORA)
12:30 - 12:40 h
 - Persona Orientadora Comunitaria y CInIG-IIUNAM
12:40 - 12:45 h
- **Secretaría Administrativa**
12:45 - 13:05 h
 - Funciones y Servicios
 - Trámites de pago
 - Seguro de Vida
- **Unidad de Servicios de Información**
13:05 - 13:25 h
 - Funciones y Servicios
 - Préstamo Interno
 - Obras de Consulta, etc.
- **Secretaría de Telecomunicaciones e Informática**
13:25 - 13:45 h
 - Funciones y Servicios
 - Manejo del SICOE
 - Cuentas de Usuarios
 - Nube institucional IINGEN
- **Lineamientos generales para la reanudación de actividades en el Instituto de Ingeniería UNAM**
13:45 - 14:05 h

Viernes 10 de septiembre 12:00 h
Evento vía streaming

Para acceder a la reunión entra a la siguiente liga:
<https://streaming.iingen.unam.mx/BienvenidaEstudiantes>

Informes Gustavo Rodríguez Van Lier ✉ GRodriguezL@iingen.unam.mx

Para solicitar una cita para ingresar a la USI-Biblioteca llamar a los Teléfonos 5556233613 / 5556233600 ext. 8065 y 8120.

También la Universidad Nacional Autónoma de México tiene el Proyecto ESPORA y a la orientadora comunitaria (CInIG-IINGEN) para acompañar a la comunidad.

universitaria en el entendimiento y significado de sus problemas emocionales con personal profesional de manera gratuita.

Los estudiantes pueden consultar, en el Intranet de la página del IIUNAM, el Reglamento del Programa de Estudiantes del IIUNAM donde se indican sus derechos y obligaciones; las Guías de referencia del SICOE, las recomendaciones mínimas para preparar y redactar una tesis, así como para preparar presentaciones orales de trabajos técnicos. Además, las medidas de seguridad que deben seguir para realizar trabajos experimentales de campo tanto en los Laboratorios de estructuras y materiales como en los de Ingeniería Ambiental del IIUNAM. |

Premio Abertis de Investigación



La **Cátedra Abertis** tiene el objetivo de fomentar la formación en gestión de infraestructuras y servicios del transporte, así como la investigación y el desarrollo tecnológico en aspectos científicos, sociales, culturales, económicos, tecnológicos y de comunicación relacionados con el transporte terrestre y, en general, con la necesidad de proveer a toda la sociedad de una movilidad sostenible, eficiente y segura.

La **Cátedra Abertis** de gestión de infraestructuras de transporte inició en España en 2003, posteriormente, se extendió a Francia, Chile, Puerto Rico y Brasil. Ahora, ya tiene una sede en México, en el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Con el fin de fomentar el interés de los **estudiantes universitarios mexicanos** en los niveles de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado, la Cátedra Abertis establece los **Premios Abertis de investigación** sobre: a) Gestión de Infraestructuras y Servicios del Transporte, y b) Seguridad Vial, al mejor estudio o trabajo de investigación inédito (ya sean tesis o tesinas de licenciatura, especialidad, maestría o doctorado) presentado en 2021. Cada premio será por un monto de 7,000 Euros.

Además, de entre los ganadores de los premios nacionales convocados por las Cátedras Abertis en los distintos países, serán seleccionados los ganadores del **Premio Internacional Abertis**.

Las Bases de la Convocatoria se encuentran en la página <https://www.abertischairs.com/>. La presentación de la Cátedra Abertis y las Bases de la Convocatoria del Premio Abertis fue realizada el 8 de septiembre del 2021 a las 11:00 h, vía *streaming*.





**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

ELECCIÓN DE REPRESENTANTES DE LOS INVESTIGADORES DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA ANTE EL CONSEJO UNIVERSITARIO 2022-2026

El **11 de noviembre de 2021 de 10:00 a 18:00 h.** se llevará a cabo la votación para elegir a los Representantes de los Investigadores del Instituto de Ingeniería UNAM (IIUNAM) ante el Consejo Universitario, para el periodo 2022-2026, conforme a lo dispuesto en los artículos 7° fracción II de la Ley Orgánica de la UNAM; 15, 16 fracción IX, 18, 19 y 24 del Estatuto General de la UNAM; 1°, 3°, 8° fracción II, 11 y 18, así como, los demás relativos y aplicables al Reglamento para la Elección de Consejeros Universitarios y Técnicos, y conforme al acuerdo del Consejo Interno del Instituto de Ingeniería, UNAM. La elección será electrónica, mediante voto universal, libre, directo y secreto de una consejera o consejero-representante de los investigadores propietario y su respectivo suplente, para el periodo 2022-2026.

La convocatoria contiene los acuerdos avalados por el Consejo Interno del IIUNAM en la sesión efectuada el 28 de septiembre de 2021, misma que puede consultarse en el siguiente enlace electrónico:

http://intranet.iingen.unam.mx/ElecciondelConsejoUniversitario /CONVOCATORIA_CONSEJO22-26.pdf

El Padrón de Electores y el Listado de Elegibles, se pone a su disposición en los siguientes vínculos:

- <http://intranet.iingen.unam.mx/ElecciondelConsejoUniversitario/PADRoNELECTORES.pdf>
- <http://intranet.iingen.unam.mx/ElecciondelConsejoUniversitario/LISTADOELEGIBLES.pdf>

Las fechas importantes de la elección, a partir de la publicación en esta Gaceta, se presentan en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	FECHA
RESOLUCIÓN DE INCONFORMIDAD POR NEGATIVA DE REGISTRO	25 de octubre de 2021
PROPAGANDA ELECTORAL (Una vez obtenida la constancia de registro)	Hasta las 19:00 h. del 08 de noviembre de 2021
MODIFICACIÓN DE PADRÓN DE ELECTORES	Hasta las 19:00 h. del 05 de noviembre de 2021
MODIFICACIÓN DE LISTA DE ELEGIBLES	Hasta las 19:00 h. del 18 de octubre de 2021
RECUPERACIÓN DE NIP (Solicitarlo a Rosa María Solís Cruz , Jefa de Personal del IIUNAM, correo RSolisCr@iingen.unam.mx)	Hasta las 18:00 h. del 05 de noviembre de 2021
MODIFICACIÓN DE NIP (El interesado puede realizar este cambio en la página http://www.dgae-siae.unam.mx , hasta 72 h antes de la jornada electoral)	Hasta las 24:00 h. del 05 de noviembre de 2021
JORNADA ELECTORAL ELECTRÓNICA a través de http://www.jornadaelectoral.unam.mx	11 de noviembre de 2021 10:00 a 18:00 h.

En caso de alguna duda adicional, se sugiere consultar la convocatoria completa.

**ELECCIÓN DE CONSEJERAS Y CONSEJEROS ACADÉMICOS DE ÁREA
REPRESENTANTES DE LAS Y LOS INVESTIGADORES DEL INSTITUTO DE
INGENIERÍA ANTE EL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS
FÍSICO MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS (CAACFMI)**

2022-2026

También el **11 de noviembre de 2021 de 10:00 a 18:00 h.** se llevará a cabo la votación electrónica para elegir a una Consejera o un Consejero Académico de Área (propietario y su respectivo suplente) Representante de las y los Investigadores del Instituto de Ingeniería UNAM (IIUNAM) ante el Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías durante el periodo 2022-2026, conforme a lo dispuesto en los artículos: 107 fracción VI, 110, 113 y 114 del *Título Octavo del Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México*; 4º. fracción V, 10, 14 y 15 del *Reglamento Interno de los Consejos Académicos de Área*; así como los demás relativos y aplicables del *Reglamento para la Elección de Consejeros Académicos de Área y del Bachillerato Representantes de Profesores, Investigadores, Técnicos Académicos y Alumnos*, y de las Normas de Aplicación y Procedimiento de los Reglamentos para la Elección de Consejeros Universitarios y Técnicos, y para la Elección de Consejeros Académicos de Área y del Bachillerato, Representantes de Profesores, Investigadores y Alumnos, y al acuerdo del Consejo Interno del Instituto de Ingeniería de su sesión efectuada el 28 de septiembre de 2021. La elección será electrónica, directa, mediante voto universal, libre y secreto de una consejera o un consejero académico propietario y su respectivo suplente, quienes habrán de representarlos ante el Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías, durante el periodo 2022-2026:

La convocatoria contiene los acuerdos avalados por el Consejo Interno del IIUNAM en la sesión efectuada el 28 de septiembre de 2021, misma que puede consultarse en el siguiente enlace electrónico:

http://intranet.iingen.unam.mx/ELECCIoN_CAACFMI/CONVOCATORIA_CAACFMI_IIUNAM.pdf

El Padrón de Electores y el Listado de Elegibles, se pone a su disposición en los siguientes vínculos:

- http://intranet.iingen.unam.mx/ELECCIoN_CAACFMI/Electores.pdf
- http://intranet.iingen.unam.mx/ELECCIoN_CAACFMI/Elegibles.pdf

Las fechas importantes de la elección, a partir de la publicación en esta Gaceta, se presentan en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	FECHA
PROPAGANDA ELECTORAL (Una vez obtenida la constancia de registro)	Hasta las 18:00 h. del 08 de noviembre de 2021
MODIFICACIÓN DE PADRÓN DE ELECTORES	Hasta las 18:00 h. del 03 de noviembre de 2021
RECUPERACIÓN DE NIP (Solicitarlo a Rosa María Solís Cruz , Jefa de Personal del IIUNAM, correo RSolisCr@iingen.unam.mx)	Hasta las 18:00 h. del 05 de noviembre de 2021
MODIFICACIÓN DE NIP (El interesado puede realizar este cambio en la página http://www.dgae-siae.unam.mx)	Hasta las 23:59 h. del 05 de noviembre de 2021
JORNADA ELECTORAL ELECTRÓNICA a través de http://www.jornadaelectoral.unam.mx	11 de noviembre de 2021 10:00 a 18:00 h.

En caso de alguna duda adicional, se sugiere consultar la convocatoria completa.

ELECCIÓN DE LAS Y LOS REPRESENTANTES DEL PERSONAL ACADÉMICO ANTE EL CONSEJO INTERNO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM 2022-2023

La jornada electoral electrónica para elegir a sus representantes ante el Consejo Interno del Instituto de Ingeniería de la UNAM, para el **periodo 2022-2023**, será el **viernes 12 de noviembre de 2021** de 10:00 a 18:00 h.

La convocatoria emitida por la Dirección, de acuerdo con el Reglamento Interno del Instituto de Ingeniería UNAM, se puede consultar en el siguiente enlace electrónico: [Convocatoria_CI_IIUNAM_2022_2023.pdf](#)

Asimismo, el Padrón de Electores y la Lista de Elegibles se ponen a su disposición en los siguientes vínculos:

• Padrón de Académicos Electores:

Investigadores: [PADRON_DE ELECTORES_INVESTIG ANTE CI INSTIT 2022_2023.pdf](#)

Técnicos Académicos: [PADRON_DE ELECTORES_TEC ACAD ANTE CI INSTIT 2022_2023.pdf](#)

• Lista de Académicos Elegibles:

Investigadores: [LISTA_DE ELEGIBLES_INVESTIG_CI_2022_2023.pdf](#)

Técnicos Académicos: [LISTA_DE_TEC ACAD ELEGIBLES_CI_2022_2023.pdf](#)

EVALUACIÓN ACADÉMICA DE INVESTIGADORES 2019-2021

A todos los Investigadores del Instituto de Ingeniería y Catedráticos del CONACYT⁽¹⁾ comisionados en esta Entidad.

Con el fin de realizar su **evaluación** correspondiente al **trienio 2019-2021**, y de acuerdo con lo establecido por el **Consejo Interno (CI)** de este Instituto en su **Sesión ordinaria del 19 de octubre de 2021**, se les solicita de la manera más atenta que, **a más tardar el día viernes 10 de diciembre de 2021**:

1. Tengan actualizada **toda la información** de su producción académica en el Sistema de Base de Datos Académica de este Instituto (SBD AII)⁽¹⁾⁽²⁾.

2. **Entreguen a su coordinador los siguientes documentos impresos en formato físico y con las firmas autógrafas correspondientes**⁽³⁾⁽⁴⁾:

2.1 **Informe de actividades** en formato libre, que considere la estructura del curriculum que genera el SBD AII, **exclusivamente del año 2021**. Este archivo (en formato electrónico PDF) también deberán registrarlo en el SBD AII en el rubro **“Informe de Actividades”** de la pestaña **“Información adicional”**.

Se les recuerda que, a partir de la evaluación académica 2018, el Consejo Interno en su sesión del 9 de octubre de 2018 acordó

que en el SBD AII los **investigadores** pueden conformar **piezas de investigación** en su **informe de actividades**, de acuerdo con lo establecido en los **Criterios generales para el ingreso, permanencia, promoción y evaluación del desempeño de los Investigadores del Instituto de Ingeniería, UNAM (IIUNAM)**. Se remarca que: **a)** Las piezas de investigación aplican únicamente para investigadores, **b)** Las piezas de investigación ya evaluadas no pueden ser modificadas o borradas por los académicos; asimismo, todos los elementos que son parte de una pieza de investigación no pueden ser modificados o borrados, **c)** Por medio del botón “Borrar” será posible solicitar a la Secretaría Académica el borrado de una pieza de investigación que está en espera de revisión o que ha sido evaluada, **d)** Todos los elementos que conforman una pieza de investigación no se muestran en las secciones correspondientes del CVU (formato del SBD AII), para evitar una apreciación duplicada de la información.

Adicionalmente, se les reitera que actualmente en **“Distinciones”** del SBD AII, se pueden capturar las actividades realizadas como **“Evaluador en Revistas de Prestigio”**.

2.2 **Formato de evaluación 2019-2021**. El formato (disponible como archivo PDF) se encuentra en la intranet en la sección

de “Trámites y Formatos” de la “Secretaría Académica”. Este archivo (en formato electrónico PDF) también deberán registrarlo en el SBDII en el rubro “**Formato de Evaluación**” de la pestaña “**Información adicional**”.

[FormatoInv2021.pdf](#)

2.3 Programa de actividades para el año 2022. Es indispensable que las actividades que presente se inscriban en el marco de los objetivos del Reglamento Interno del Instituto de Ingeniería (Capítulo III, Artículo 4), que considere la estructura del curriculum que genera el SBDII y que estén bien especificadas, debido a que el Programa de Actividades será revisado de manera detallada para su aprobación. Este archivo (en formato electrónico PDF) también deberán registrarlo en el SBDII en el rubro “**Programa de Actividades**” de la pestaña “**Información adicional**”.

3. Registren en el SBDII sus cartas de evaluación (en formato electrónico PDF) en los rubros “**Carta de evaluación CTIC**” y “**Carta de evaluación del CI**” de la pestaña “**Información adicional**”.

Se les invita a que realicen el registro de la información lo más completa posible. Esto deberá efectuarse **a más tardar el viernes 10 de diciembre de 2021**, ya que **todos los documentos que ingresen hasta esa fecha se tomarán en cuenta al momento de la evaluación anual, y no se considerará la información que entreguen en fecha posterior.**

Se destaca que el cumplimiento de las fechas límite para actualizar la información del SBDII permitirá al Instituto de Ingeniería cumplir con la entrega de reportes de información estadística para el Subsistema de Investigación Científica; así mismo, por disposición de la administración central de la UNAM para el informe anual de la Rectoría y de la Dirección del Instituto de Ingeniería de 2021, y con todas las solicitudes que se reciben mediante los organismos garantes en materia de transparencia y acceso a la información, de carácter local y federal.

En caso de algún problema técnico con el funcionamiento del sistema, contactar vía correo electrónico al área de Base de Datos: Ing. Jonathán Velázquez García (JVelazquezG@iingen.unam.mx) o Ing. Mauricio Velázquez Álvarez (MVelazquezA@iingen.unam.mx) de la Secretaría de Telecomunicaciones e Informática.

NOTAS IMPORTANTES:

⁽¹⁾ Los Catedráticos CONACYT comisionados en el IIUNAM que tengan más de seis meses de antigüedad en el Instituto deberán actualizar su información en el SBDII.

⁽²⁾ Es muy importante que en “**Actividades Docentes**” del SBDII registren correctamente y no se duplique la información referente a las clases institucionales impartidas (**horas de clase frente a grupo en la UNAM**), las clases en otras instituciones, los cursos impartidos (cursos cortos, talleres, entre otros), las tutorías y el número de alumnos asesorados. Para aclarar dudas sobre este tema contactar al Dr. William Vicente al correo WVicenteR@iingen.unam.mx.

⁽³⁾ Las personas vulnerables deberán ponerse de acuerdo con su Coordinador para la entrega de los documentos respectivos.

⁽⁴⁾ **También deberán entregar a su Coordinador todos los documentos correspondientes a la evaluación anterior (trienio 2018-2020), los cuales, no fueron entregados impresos en físico debido a la pandemia por la COVID-19.**

Se recomienda que para la visualización de los archivos adjuntos utilicen como navegador **MICROSOFT EDGE**, así como, el programa **NITRO PRO**, o bien, **Adobe Acrobat Professional** para abrir los archivos PDF. También pueden consultarlos directamente en la siguiente ruta **Intranet/Trámites y Formatos/Secretaría Académica**

EVALUACIÓN ACADÉMICA DE TÉCNICOS ACADÉMICOS 2019-2021

A partir de la evaluación académica 2019, el Consejo Interno en su sesión del 29 de mayo de 2018 acordó aplicar un Nuevo Método de Evaluación para los Técnicos Académicos del IIUNAM, cuya actualización se establece en los “**Criterios generales para la evaluación del desempeño de los Técnicos Académicos del Instituto de Ingeniería, UNAM**” (aprobados por el Consejo Interno en su Sesión del 26 de mayo de 2020).

[CRITERIOS_EVALUACION_DESEMPEÑO_TA.PDF](#)

Con el fin de realizar su **evaluación** correspondiente al **trienio 2019-2021**, y de acuerdo con lo establecido por el Consejo Interno en su Sesión ordinaria del 19 de octubre de 2021, se les solicita de la manera más atenta que, a más tardar el día **viernes 10 de diciembre de 2021**:

1. Tengan actualizada **toda la información** de su producción académica en el Sistema de Base de Datos Académica de este Instituto (SBDII).

2. Entreguen a su coordinador los siguientes documentos impresos en formato físico con las firmas autógrafas correspondientes^{(1) (2)}:

2.1 **Informe de actividades** en formato libre, exclusivamente del año 2021. Este archivo (en formato electrónico PDF) también deberán registrarlo en el SBDAlI en el rubro “Informe de Actividades” de la pestaña “Información adicional”. Deberán destacar las aportaciones del último año de su trabajo en el Instituto de Ingeniería UNAM (IIUNAM), pues aun cuando la evaluación académica se refiere al trienio 2019-2021, éstas se compararán con el Programa de actividades 2021.

Se resalta que este año (2021) se tomarán en cuenta las restricciones ocasionadas por la pandemia COVID-19 para el desarrollo de actividades propuestas para realización en las instalaciones del IIUNAM o trabajos de campo.

2.2 **Programa de actividades para el año 2022**, en formato libre. Este archivo (en formato electrónico PDF) también deberán registrarlo en el SBDAlI en el rubro “Programa de Actividades” de la pestaña “Información adicional”.

Para la preparación del Informe de actividades y del Programa de actividades se les recomienda consultar la “Guía para la elaboración del informe y programa de actividades de los Técnicos Académicos del Instituto de Ingeniería, UNAM” (aprobada por el Consejo Interno en su Sesión del 26 de mayo de 2020).

[GUIA ELABORACION INFORME Y PROGRAMA TA.PDF](#)

Con base en este Nuevo Método **es indispensable** que el Programa de actividades contenga el o los perfiles del TA establecidos en esos Criterios (Apoyo Indirecto a la Investigación: **AI**, Apoyo Directo a la Investigación: **ADI**, Actividades de Investigación: **AI**) y sus respectivos porcentajes, con el visto bueno del Jefe Directo y/o del Coordinador o Subdirector o Secretario, y que las actividades que realizará en el año 2022 queden clasificadas de acuerdo con esa propuesta de perfiles. Es importante que los perfiles, porcentajes y las actividades que presenten estén bien especificadas, debido a que el Programa de actividades será revisado de manera detallada para su aprobación.

Se les recuerda la escala de calificación del Nuevo Método de Evaluación:

Descripción	Calificación
Insuficiente	0
Suficiente	A
Satisfactorio	B
Sobresaliente	C
Excepcional	D

3. Registren en el SBDAlI sus cartas de evaluación (en formato electrónico PDF) en los rubros “Carta de evaluación CTIC” y “Carta de evaluación del CI” de la pestaña “Información adicional”.

Se les invita a que realicen el registro de la información lo más completa posible. Esto deberá efectuarse **a más tardar el viernes 10 de diciembre de 2021**, ya que **todos los documentos que ingresen hasta esa fecha se tomarán en cuenta al momento de la evaluación anual, y no se considerará la información que entreguen en fecha posterior**.

Se destaca que el cumplimiento de las fechas límite para actualizar la información del SBDAlI permitirá al Instituto de Ingeniería cumplir con la entrega de reportes de información estadística para el Subsistema de Investigación Científica; así mismo, por disposición de la administración central de la UNAM para el informe anual de la Rectoría y de la Dirección del Instituto de Ingeniería de 2021, con todas las solicitudes que se reciben mediante los organismos garantes en materia de transparencia y acceso a la información, de carácter local y federal.

En caso de algún problema técnico con el funcionamiento del sistema, contactar vía correo electrónico al área de Base de Datos: Ing. Jonathán Velázquez García (JVelazquezG@iingen.unam.mx) o Ing. Mauricio Velázquez Álvarez (MVelazquezA@iingen.unam.mx) de la Secretaría de Telecomunicaciones e Informática.

NOTAS IMPORTANTES:

⁽¹⁾ Las personas vulnerables deberán ponerse de acuerdo con su Coordinador para la entrega de los documentos respectivos.

⁽²⁾ **También deberán entregar a su Coordinador todos los documentos correspondientes a la evaluación anterior (trienio 2018-2020), los cuales, no fueron entregados impresos en físico debido a la pandemia por la COVID-19.**

Se recomienda que para la visualización de los archivos adjuntos utilicen como navegador **MICROSOFT EDGE**, así como, el programa **NITRO PRO**, o bien, **Adobe Acrobat Professional** para abrir los archivos PDF. También pueden consultarlos directamente en la siguiente ruta **Intranet/Trámites y Formatos/Secretaría Académica**



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®**