



Academia  
de Ingeniería  
México

1792

1892

# GACETA

de Ingeniería

VII

<https://ai.org.mx>

<b>Presentación</b> Dra. Mónica Barrera Rivera.	<b>3</b>	
<b>COLABORACIONES</b>		<b>MARTES DE LA ACADEMIA</b>
<b>Industria 4.0/5.0: retos y oportunidades</b> Víctor M. Castaño, Carlos Arredondo Velázquez y Bernardo Carranza.	<b>5</b>	<b>Retos y perspectivas para el sano desarrollo de PEMEX.</b> DR. Francisco J. Barnés de Castro <b>28</b>
<b>La importancia de la conservación de carreteras</b> Ing. Clemente Poon Hung	<b>13</b>	<b>MILCA CONversa con...</b> <b>Conversatorio con la Dra. Gabriela Moeller Chávez</b> <b>32</b>
<b>La generación de bases de tiempo con segundos de alta calidad, como elemento fundamental de la competitividad de México</b> Dr. Carlos Andrés Ortiz Cardona	<b>17</b>	<b>SOLO PARA INGENIEROS</b> <b>Investigadores dan un gran paso hacia el desarrollo de celdas solares de próxima generación</b> <b>36</b>
<b>Los Monolitos: Geología, Mitos, Tradiciones y Leyendas.</b> Dr. José María Chávez Aguirre Dr. Demetrio M. Santamaría Orozco	<b>21</b>	<b>Próximas Actividades</b> <b>43</b>

## CONSEJO DIRECTIVO

**Dra. Mónica Ma. del Rosario Barrera Rivera**  
Presidente

**M. I. Alberto Lepe Zúñiga**  
Vicepresidente

**Dr. Jaime Jesús Arceo Castro**  
Secretario

**Dra. Jetzabeth Ramírez Sabag**  
Tesorera

**Dra. Claudia Marina Vicario Solórzano**  
Prosecretaria

**Ing. Carlos Alejandro Merchán Escalante**  
Protesorero

## CONSEJO EDITORIAL

Dr. Felipe Rolando Menchaca García  
Comunicaciones y Electrónica

Dr. Jaime Jesús Arceo Castro  
Eléctrica

Ing. Adolfo Joel Ortega Cuevas  
Comunicaciones y Electrónica

Ing. Raúl González Apaolaza  
Eléctrica

Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández  
Ambiental

Dra. Jetzabeth Ramírez Sabag  
Petrolera

## COMITÉ EDITORIAL

Dr. Felipe Rolando Menchaca García  
Presidente  
Comunicaciones y Electrónica

Dr. Jaime de Jesús Arceo Castro  
Secretario  
Eléctrica

Mtra. Gabriela Muñoz Meléndez  
Vocal  
Ambiental

Mtra. Magaly del Carmen Flores Armenta  
Vocal  
Eléctrica

Ing. Arturo Cepeda Salinas  
Vocal  
Comunicaciones y Electrónica

Ing. Leonardo Lazo Margain  
Vocal  
Municipal y Urbanística

# Presentación



La Academia de Ingeniería ha trabajado arduamente y mantenido actividades académicas gracias a la participación activa de sus 17 comisiones de especialidad en ingeniería y las 10 comisiones temáticas transversales, a las que denominamos Programas Multidisciplinarios.

La oportunidad de que los académicos de larga trayectoria y experiencia aborden temas relevantes y prioritarios relacionados con el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación para la atención de las diversas problemáticas que se presentan en nuestro país, es verdaderamente invaluable.

Los académicos de otras áreas de conocimiento y de otras latitudes han reconocido a través de sus felicitaciones y comentarios esta importante actividad, la cual está quedando grabada y disponible a todo el público interesado de nuestro país y otras naciones.

El conocimiento científico aplicado y enfocado a resolver los problemas de actualidad deberá ser una actividad permanente para que la sociedad pueda entender, participar y apoyar en su momento, cambios o iniciativas de corto, mediano y largo plazos.

El avance de la ciencia y la tecnología es inobjetable y la capacidad analítica y de síntesis adquirida a lo largo de los años por los distinguidos académicos de las diferentes especialidades no debe quedar sólo como referente o simple opinión calificada, sino ser base conceptual y soporte de la toma de decisiones en el México del futuro.

Se debe dejar de lado la aplicación de soluciones y medidas improvisadas, alejadas la realidad imperante actual. En México, los tomadores de decisiones en los múltiples campos y áreas de la vida no deben soslayar la riqueza y el valioso apoyo de los académicos en su gran mayoría mexicanos y muchos académicos correspondientes, mexicanos o no que viven en el extranjero, líderes en su campo de conocimiento, para la atención, gestión y resolución de problemas que enfrenta nuestro país.

Las naciones más desarrolladas del mundo son aquéllas que han aplicado acciones e inversiones de futuro, apoyadas en profesionales de la ingeniería en sus diversas especialidades.

La Academia pone a la disposición de México toda esta experiencia y estamos en una etapa crucial de retomar el rumbo y aprovechar los cambios geopolíticos que se presentan. Nuestro país tiene muchos privilegios y grandes oportunidades.

Para aprovechar estas circunstancias en beneficio de las nuevas generaciones, la Academia de Ingeniería México ha mantenido esta actividad cotidiana, a través de conferencias y propuestas prácticas y accesibles, ya analizadas y listas para ser aplicadas.

En números anteriores de la Gaceta hemos abordado la importancia de la planeación y la evaluación integral, así como acciones de inversión con rentabilidad social de cualquier proyecto que se ejecuta en nuestro país. En esta ocasión la temática es variada, y manda señales muy claras respecto de temas por demás relevantes, con muchas oportunidades de mejora o en su caso, deban de ser retomados por quienes decidirán en el futuro cercano.

Es así como los académicos podemos colaborar en el desarrollo de nuestro país. México necesita avanzar y desarrollarse a través de proyectos de inversión, pero sostenibles, basados en la ciencia y la tecnología, la innovación y factibles en su rentabilidad y beneficio social, por lo que debemos trabajar arduamente para rescatar el lugar que debe tener la ingeniería. Trabajemos con enfoque multidisciplinario (inter y trans) para rescatar el lugar de una ingeniería mexicana de futuro, en beneficio de nuestra nación.

## **Dra. Mónica Barrera Rivera**

Presidente de la Academia de Ingeniería México

**GACETA DE LA ACADEMIA DE INGENIERÍA MÉXICO**, séptima edición, año 1, marzo de 2024, publicada en la CDMX por la Academia de Ingeniería México (AIM) es una publicación mensual. Se agradece la reproducción total o parcial, citando la fuente de la edición y la referencia <https://ai.org.mx>.





# COLABORACIONES

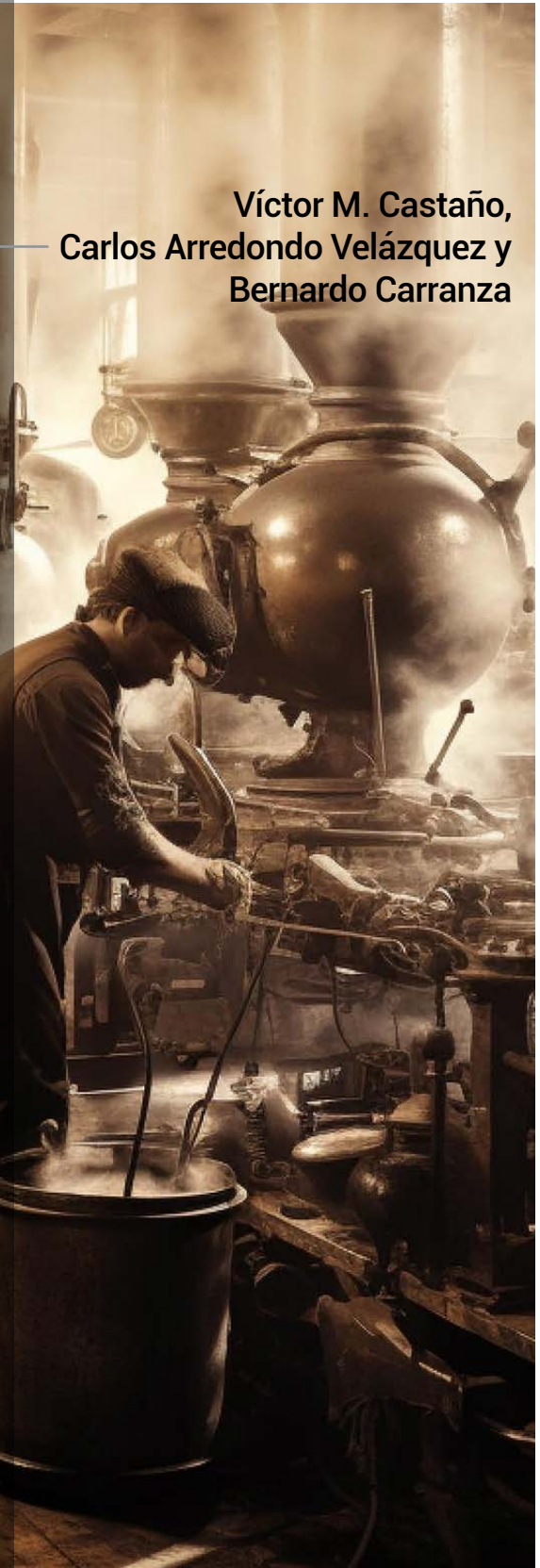


## Industria 4.0/5.0: Retos y Oportunidades

Víctor M. Castaño,  
Carlos Arredondo Velázquez y  
Bernardo Carranza

La humanidad ha experimentado varias Revoluciones Industriales que han cambiado no sólo la tecnología, sino la organización social del planeta. Históricamente hablando, la Primera Revolución Industrial, conocida, hasta hace relativamente poco tiempo, como La Revolución Industrial, y hoy en día identificada como Industria 1.0, se asocia a la invención de la máquina de vapor a finales del siglo XVIII en Reino Unido, a pesar de que los primeros prototipos del uso del vapor de agua como fuente energética se deben atribuir a Herón de Alejandría, en el siglo I, y de que existieron varios dispositivos en Egipto, Italia, España y Francia antes de que James Watts presentara su invento que, literalmente, revolucionó al mundo por su impacto en la industria textil británica.

Independientemente de la importancia tecnológica y comercial que éste y otros inventos tuvieron *per se*, debe destacarse que la Industria 1.0 representa el inicio de una nueva era de la humanidad, en cuyos más recientes 250 años, se han logrado muchísimos más desarrollos científicos y tecnológicos que en los 2 mil 500 años anteriores. Desde el punto de vista social, el poder reemplazar a los animales y al ser humano como la única fuente de energía para los procesos industriales, permitió una mucha mayor eficiencia industrial y el surgimiento, quizás por primera vez en la historia, del tiempo libre, con sus ingentes consecuencias sociales, laborales y lúdicas. Debe destacarse, asimismo, que ese aumento de la productividad industrial se reflejó en un incremento del consumo que, a su vez, se tradujo en mayores y más diversificados mercados.



La Industria 2.0 se considera que apareció hacia finales del siglo XIX, con el surgimiento del uso industrial de la energía eléctrica, lo que condujo a la creación de las líneas de producción y la manufactura masiva, que llevó al acceso al consumo de más gente, con la reducción de costos y tiempos de producción. La industria metal mecánica y la ingeniería experimentaron un crecimiento inédito, gracias a las nuevas necesidades que esta revolución industrial implicaba.

Hacia fines de la década de 1960 el mundo fue testigo de la aparición de la Industria 3.0, con los primeros sistemas electrónicos de automatización industrial, gracias a las primeras computadoras digitales, que comenzaron a usarse en ambientes industriales, antes de literalmente invadir los hogares y las oficinas del mundo.

El día de hoy somos ya parte de la Industria 4.0, con el uso común de sistemas ciber-físicos, internet de las cosas, redes sociales y toda la tecnología sin la que sería inconcebible la vida contemporánea.

El proceso de ingreso de los países a la Industria 4.0 ha sido acelerado en los dos años recientes a causa de la pandemia del COVID-19, que ha forzado a buena parte de la humanidad

a permanecer en casa, trabajando y estudiando en línea, a través del internet.

Como probablemente nunca antes, muchos ciudadanos se han visto forzados a integrarse a herramientas de tecnologías de la información y computación (TIC) con las que no tenían la menor experiencia (¡ni interés!), sólo unos meses antes de verse literalmente avasallados por términos como ZOOM, MEET, Slack, Telegram, IoT, etc., etc. Este fenómeno, por supuesto, conlleva oportunidades y retos.

Entre los aspectos menos negativos que se pueden mencionar de la aparición del COVID-19, está que muchas personas, aún en países desarrollados, han tenido que integrarse a estas tecnologías propias de la Industria 4.0, procesos que, en condiciones normales, les hubiera tomado mucho más tiempo.

Asimismo, el aumento de demanda por esas tecnologías ha generado una oferta muy diversa e interesante que no sólo ofrece más alternativas al público, sino que impulsa la creatividad y el surgimiento de micro-empresas de base tecnológica. Además, los gobiernos de casi todo el planeta se han visto forzados a impulsar esa incorporación

a la Industria 4.0, so pena de quedarse al margen de la economía mundial, ya de por sí vapuleada por la pandemia.

Por otro lado, como en cada una de las revoluciones industriales previas, la Industria 4.0 involucra problemas que pueden resultar harto peligrosos para la sociedad contemporánea. Baste mencionar: la brecha entre quienes pueden adquirir esas tecnologías y los dispositivos asociados y quienes se están quedando literalmente fuera de la realidad post-COVID por razones económicas.

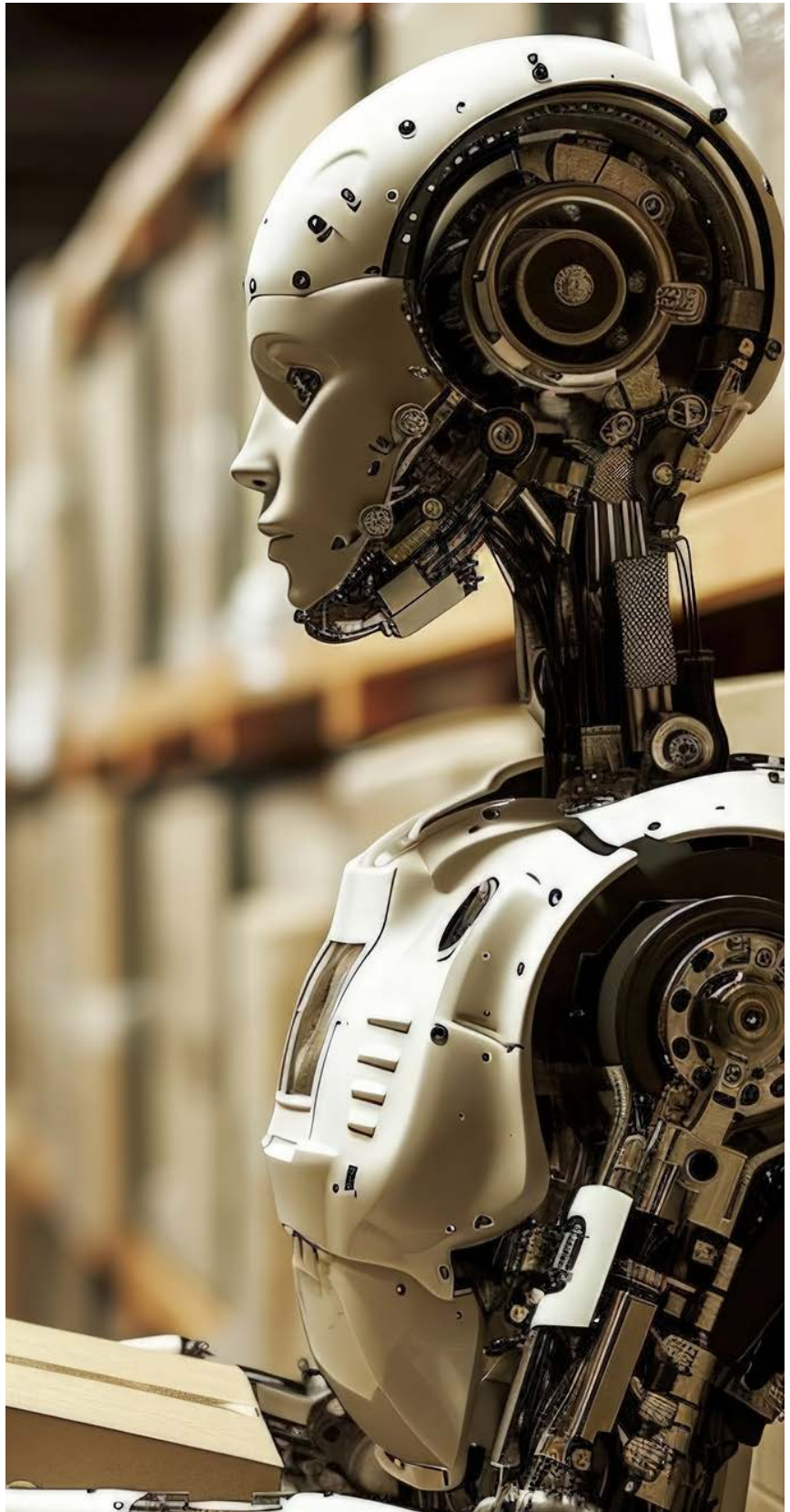
Además, como nunca antes, se están acentuando las diferencias entre quienes están capacitados para usar todas esas herramientas y quienes no tienen las habilidades mínimas para manejarlas. No estamos hablando de personas que, como en las Industrias 1.0 a la 3.0 no habían tenido acceso a la educación universitaria, sino que ahora aún gente con posgrados y que son muy competentes en sus áreas de especialidad, no cuentan con el entrenamiento mínimo para hacer uso de todas esas herramientas tipo Industria 4.0, lo que disminuye su competitividad laboral. Estos aspectos son algunos de los retos urgentes a los que el mundo deberá enfrentarse en el futuro muy próximo.



En las líneas anteriores se describieron las principales características de la Industria 4.0, fenómeno tecnológico-social que ya está teniendo un gran impacto en la vida de buena parte de la humanidad, que apenas se está adaptando a esta nueva realidad y ya se vislumbra la Industria 5.0.

En términos muy generales, la Industria 4.0 ha revolucionado la manufactura industrial contemporánea con el uso de tecnologías como internet de las cosas (IoT), computación en la nube, sistemas ciber-físicos, computación cognitiva, etc., etc. El objetivo final de la Industria 4.0 es hacer "inteligente" a la industria, mediante la interconexión de máquinas computarizadas, que se comunican entre sí, para hacer más eficiente la producción de prácticamente cualquier objeto comercializable en el planeta.

Muy recientemente, sin embargo, se han planteado una serie de problemas sociales muy relevantes asociados a la Industria 4.0, que han llevado a la Comisión Europea (UE) a publicar un muy interesante documento en diciembre de 2021, que complementa el enfoque existente de Industria 4.0 poniendo específicamente la investigación y la innovación al servicio de la transición hacia una industria europea sostenible, centrada en el ser humano y resiliente: la Industria 5.0.



En efecto, en la más reciente década, Europa ha ido reforzando su apuesta por la transformación industrial, sobre todo trabajando en la transición hacia la llamada industria 4.0, un paradigma esencialmente tecnológico, centrado en la aparición de objetos ciberfísicos, y que ofrece una promesa de mayor eficiencia a través de la conectividad digital y la inteligencia artificial.

Sin embargo, el paradigma Industria 4.0, tal como se concibe actualmente, no es adecuado para su propósito en un contexto de crisis climática y emergencia planetaria, ni aborda las tensiones sociales profundas. Por el contrario, está estructuralmente alineado con la optimización de los modelos comerciales y el pensamiento económico que son las causas fundamentales de las amenazas que enfrentamos ahora. La economía digital actual es un modelo en el que el ganador se lo lleva todo, que crea un monopolio tecnológico y una enorme desigualdad económica.







En otras palabras, el concepto original de Industria 4.0 carece de dimensiones clave de diseño y rendimiento que serán indispensables para hacer posible la transformación sistémica y para garantizar la necesaria desvinculación del uso de recursos y materiales de los impactos ambientales, climáticos y sociales negativos. Estas dimensiones incluyen, de acuerdo con la Comisión Europea:

- Características regenerativas de la transformación industrial, para adoptar tanto la economía circular como los lazos de retroalimentación restaurativos positivos, no como una ocurrencia, sino como un pilar clave del diseño de cadenas de valor completas e incluyentes;
- Una dimensión inherentemente social, que exige atención al bienestar de los trabajadores, la necesidad de inclusión social y la adopción de tecnologías que no sustituyan, sino que complementen las capacidades humanas siempre que sea posible;
- Una dimensión ambiental obligatoria, que conduce a la promoción de la transformación que elimina el uso de com-

bustibles fósiles, promueve la eficiencia energética, recurre a soluciones basadas en la naturaleza, regenera sumideros de carbono, restaura la biodiversidad y crea nuevas formas de prosperar en respetuosa interdependencia con los sistemas naturales.

Sin una estrategia industrial verde y social como piedra angular del Pacto Verde, la Unión Europea considera que no tendrá éxito en su transformación hacia una economía completamente nueva.

La visión de Industria 5.0 que se propone, entonces, va más allá de un enfoque estrecho y tradicional en la tecnología, o el crecimiento económico habilitado del modelo económico existente, impulsado por la extracción, la producción y el consumo; hacia una visión más transformadora del crecimiento que se centra en el progreso y el bienestar humanos, basada en reducir y cambiar el consumo hacia nuevas formas de creación de valor económico sostenible, circular y regenerativo y prosperidad equitativa.

## Bibliografía

- 1.-Lorenz, Markus et al. (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? The Boston Consulting Group.
- 2.-WORLD ECONOMIC FORUM (2016): The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report.
- 3.-Tsusaka, Miki (2016): Three Ways for Companies for Succeed in the Fourth Industrial Revolution. BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- 4.-Ghobakhloo, Morteza, Masood Fathi, Mohammad Iranmanesh, Parisa Maroufkhani, Manuel E. Morales (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants, *Journal of Cleaner Production* 302, 127141
- 5.-Narula, Sanjiv, Harish Puppala, Anil Kumar, Guilherme F. Frederico, Maheshwar Dwivedy, Surya Prakash, Vishal Talwar (2021). Applicability of industry 4.0 technologies in the adoption of global reporting initiative standards for achieving sustainability, *Journal of Cleaner Production* 305, 127141
- 6.-Ghobakhloo, Morteza (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability, *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869
- 7.-European Commission, A Transformative Vision for Europe, ESIR Policy Brief No.3, doi: 10.2777/17322 (2021)
- 8.- J. Leng, W. Sha, B. Wang, P. Zheng, C. Zhuang, Q. Liu, T. Wuest, D. Mourtzis, L. Wang (2022) Industry 5.0: Prospect and retrospect, *J. Manufact. Syst.* 65, 279

# Semblanza



## Dr. Victor M. Castaño

El Dr. Víctor Manuel Castaño es Ingeniero físico por la Universidad Iberoamericana, maestro y doctor en ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Tuvo una estancia postdoctoral en el IBM Thomas J. Watson, Research Center, en Nueva York. Profesor de asignatura en la UNAM, la Universidad Autónoma de Querétaro, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Iberoamericana y el Instituto Tecnológico de Querétaro, entre otras.. Es autor de más de 800 artículos en revistas internacionales, 260 memorias en congresos, 640 artículos de divulgación, 752 trabajos presentados en congresos y 62 reportes técnicos. Formación de grupos de investigación y posgrado en diversas instituciones, como la Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma de Nuevo León, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, el Doctorado en Ingeniería, el Doctorado en Gestión del Conocimiento e Innovación Tecnológica, la Maestría en Ética Aplicada y Bioética, de la Universidad Autónoma de Querétaro y el Doctorado en Ingeniería Física Industrial de la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Licenciatura en Tecnología en el campus Juriquilla de la UNAM.





# Semblanza

## Mtro. Carlos Arredondo Velázquez

El Mtro. José Carlos Arredondo Velázquez es Ingeniero Civil con Maestría en Docencia de las Matemáticas por la Universidad Autónoma de Querétaro y cuenta con una especialidad en Política y Gestión Educativa por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Ha sido docente desde hace 34 años, obtuvo un premio en Propuestas Didácticas en Matemáticas, por la Sociedad Matemática Mexicana; fue coordinador del Club de las Matemáticas durante 15 años y entrenador de estudiantes para las Olimpiadas Nacionales de Matemáticas. Fue el rector fundador de la Universidad Politécnica del Estado de Querétaro, Presidente del Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del Estado de Querétaro, Coordinador de Educación Tecnológica, Director General del CONALEP y Director de Educación en el Estado de Querétaro. Actualmente, es Rector de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

# Semblanza



## Dr. Bernardo Carranza

Bernardo Nicolás Carranza Vázquez es licenciado en Administración Industrial, por el Instituto Tecnológico de Querétaro; posee una maestría en Administración con Especialidad en Mercadotecnia por la Universidad Autónoma de Querétaro y maestro en Políticas Públicas Comparadas y especialidad en política y gestión educativa por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Es fundador de la red temática de CONACHYT Convergencia Tecnológica; co-fundador de CEPPEMS Querétaro, así como de la Red temática de conocimiento para el beneficio de la sociedad de CONACHYT. Actualmente, es Co-fundador y titular a cargo del Creativity and Innovation Center 4.0 (CIC 4.0) de la Universidad Tecnológica de Querétaro, de la Red Nacional de Centros de Creatividad e Innovación así como Secretario Técnico de la Unidad de Inteligencia Estratégica e Innovación de la Red Nacional de CIC's 4.0.



# La importancia de la conservación de carreteras

Ing. Clemente Poon Hung



## La conservación de carreteras es fundamental por varias razones:

- 1.** Seguridad vial: Mantener las carreteras en buen estado reduce la probabilidad de accidentes y mejora la seguridad de los conductores y peatones.
- 2.** Economía: Carreteras bien conservadas reducen los costos de mantenimiento de vehículos y tiempos de viaje, lo que beneficia a la economía al facilitar el transporte de mercancías y personas.
- 3.** Desarrollo regional: Una red de carreteras en buenas condiciones promueve el desarrollo económico y social de las regiones al facilitar el acceso a servicios, empleo y educación.
- 4.** Sostenibilidad ambiental: Una infraestructura vial bien mantenida reduce la generación de emisiones contaminantes al disminuir la congestión vehicular y favorecer una circulación más eficiente.
- 5.** Calidad de vida: Carreteras en buen estado mejoran la calidad de vida de las personas al reducir el estrés y el tiempo de viaje, así como al ofrecer una conducción más segura y cómoda.

La infraestructura carretera proporciona una base esencial para el funcionamiento de todas las economías nacionales y genera una amplia gama de beneficios económicos y sociales. Conservar adecuadamente la infraestructura vial es imprescindible para preservar y aumentar estos beneficios.

Los responsables de la toma de decisiones deben reconocer la importancia de la conservación, así como la de financiarla y administrarla adecuadamente para extraer el máximo valor de la red. La insuficiencia de las inversiones o una mala administración de la red carretera tendrá graves consecuencias para la economía y el bienestar social.

Las carreteras son activos nacionales esenciales para sustentar la actividad económica.

Con datos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte podemos decir que la red carretera en nuestro país, consta de más de 408 mil kilómetros, de los cuales 40 mil son libres, y 10 mil son de cuota, y cuenta con más de 112 mil kilómetros de carreteras estatales y alimentadoras. Y el resto es red rural y brechas.

El transporte por carretera es una plataforma de la actividad económica. Según cálculos basados sólo en el valor agregado de los servicios de transporte, el transporte carretero suele representar un porcentaje de entre 3 y 5 % del PIB de un país. Los datos del Foro Internacional del Transporte (países de la OCDE y otros como China, India y Rusia), sugieren que, considerando todo el transporte terrestre de pasajeros, el transporte por carretera representa el 83% de los viajes de pasajeros. Por la red federal de carreteras de México se transporta más del 95 por ciento del pasaje, y el 55 por ciento de la carga.

Al envejecer, la infraestructura requiere una mayor conservación. La necesidad de conservación aumenta a medida que la infraestructura envejece, ya que se vuelve más frágil, menos resistente y más susceptible de sufrir contratiempos.

El tránsito sigue creciendo y provocará mayores necesidades de conservación. A medida que los niveles de tráfico aumentan, la necesidad de conservación se incrementa.

El impacto de la conservación vial es significativo, ya que ésta influye en la seguridad vial y en los beneficios económicos, medio ambientales y sociales. El balance relativo de los beneficios (o del impacto negativo cuando la conservación es deficiente) varía según la red vial.



## La inversión oportuna ahorra importantes costos futuros

Por lo general, los análisis del costo anual de conservación de una vía lo fijan en un pequeño porcentaje del costo de inversión inicial (2-3% para una carretera troncal pavimentada y 5-6% para un camino rural no pavimentado). Si en el largo plazo no se logra mantener este nivel de inversión, se corre el riesgo de perder los beneficios que motivaron la construcción original de la carretera.

Un principio bien establecido que sustenta la necesidad de invertir en conservación es que el gasto actual ahorra costos futuros. Cuando los activos se deterioran aumenta el costo de restaurarlos.

Sabemos que las inversiones en conservación no se utilizan para cortar listones. Esta es una de las razones por las cuales no se asignan los recursos suficientes para mantenimiento, y se piensa que no pasa nada si no se asignan. Cuando no invertimos oportunamente en la conservación, el nivel de servicio decae de bueno a muy malo, y eso obliga a tener que reconstruir, porque se destruye la carretera por esa falta de mantenimiento oportuno, y, por ende, se incrementan los costos. Sale mucho más caro reconstruir que dar mantenimiento preventivo cada determinado tiempo a la carretera.

## La inversión en conservación vial debe administrarse de manera adecuada

La evidencia demuestra que la adopción de principios de buena gestión de activos es la base para una toma de decisiones técnicas y administrativas que redunde en un mejor desempeño de la red vial.

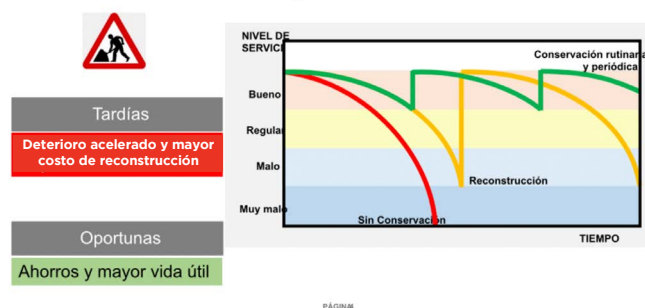
Para sustentar un sólido enfoque técnico y de gestión también se requiere una significativa capacidad institucional. Los desafíos sustantivos a los que se han enfrentado las Administraciones de carreteras en los últimos años son los siguientes:

- Los recursos para la conservación de las vías deben justificarse y estar disponibles oportunamente.
- La legislación de las carreteras tiene que ser apropiada y debe vigilarse su cumplimiento, ya que determina las características de la operación y el desempeño de la red. Por ejemplo, la circulación de vehículos pesados es una de las principales causas del deterioro de los activos carreteros y la legislación controla las cargas permitidas. En México el sobrepeso es una de las causas del deterioro prematuro de nuestras carreteras.
- La conservación debe contar con recursos apropiados. En los últimos años, la gestión de la conservación se ha apoyado cada vez más en la contratación de terceros, lo que modifica los conocimientos y las habilidades con que debe contar el personal de las Administraciones de carreteras.
- Las políticas de contratación deben adaptarse a los recursos disponibles. Los países comprometidos con la conservación vial innovan continuamente para asegurar que la contratación consiga la mayor rentabilidad y sea lo suficientemente flexible para asimilar los cambios políticos y económicos que se produzcan.

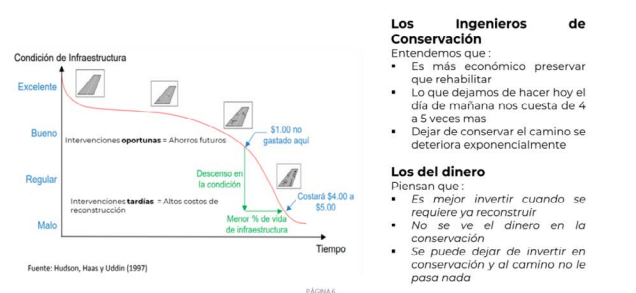
La conservación vial inadecuada no sólo afecta a la generación actual, sino que plantea una carga financiera injusta para las generaciones futuras.

Los argumentos anteriores deberían de servir para los administradores de toma de decisiones, sobre todo los que manejan las finanzas, de la importancia de asignar recursos para el mantenimiento de carreteras. A veces piensan que el no invertir no pasa nada, pero el daño es exponencial y el costo para recuperar la red carretera a buen estado es mucho mayor que si se hubiera hecho oportunamente.

### El deterioro en el tiempo



### El costo de la oportunidad



#### Los Ingenieros de Conservación

- Entendemos que:
- Es más económico preservar que rehabilitar
  - Lo que dejamos de hacer hoy el día de mañana nos cuesta de 4 a 5 veces más
  - Dejar de conservar el camino se deteriora exponencialmente
- Los del dinero
- Piensen que:
- Es mejor invertir cuando se requiere ya reconstruir
  - No se ve el dinero en la conservación
  - Se puede dejar de invertir en conservación y al camino no le pasa nada

Datos de la Asociación Mundial de la Carretera (Piarc) y de la SICT



# Semblanza



## Ing. Clemente Poon Hung

El Ing. Clemente Poon Hung es Ingeniero Civil con Maestría en Administración de la Construcción y Perito en Vías Terrestres. Es miembro de la Academia de Ingeniería de México, donde actualmente participa en el Comité de Admisión. También integra la Academia Panamericana de Ingeniería y la Asociación Mundial de la Carretera. Posee una trayectoria profesional de 39 años en la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. Entre los puestos que ha desempeñado destacan Director General de Carreteras y Director General de Servicios Técnicos. Fue catedrático de tiempo parcial en la Universidad Autónoma de Guadalajara. En su participación gremial destaca haber sido Presidente de diversas Asociaciones como el Colegio de Ingenieros Civiles de México, la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres y la Federación Mexicana de Colegios de Ingenieros Civiles.

# La generación de bases de tiempo con segundos de alta calidad, como elemento fundamental de la competitividad de México

Dr. Carlos Andrés Ortiz Cardona



Frecuentemente somos usuarios de las bases de tiempo generadas por algún sistema para utilizar distintas aplicaciones que van desde saber qué hora es, hasta la intrincada gestión de datos en una red de telecomunicaciones de última generación (5G). En una primera aproximación, las mediciones de tiempo son muy comunes para todos, sin embargo, al adentrarnos en los detalles, nos encontramos con conceptos complejos que exacerban nuestra curiosidad.

Un segundo, la unidad base del tiempo en el Sistema Internacional de Unidades (SI)<sup>1</sup>, está definido como el tiempo que tardan 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación electromagnética emitida por un átomo de cesio-133<sup>2</sup>, al ocurrir una transición entre los niveles de energía base de su estructura hiperfina. Al leer esta definición, se desvanece súbitamente nuestra certeza al medir el paso del tiempo utilizando un reloj de pulsera y parece que, las mediciones de tiempo son de esas cosas que pocos entienden y están reservadas para ingenieros y científicos. Pues bien, en el Centro Nacional de Metrología (CENAM), brazo científico y tecnológico de la Secretaría de Economía, se fabrican segundos de la más alta calidad para brindarnos la certeza de saber qué tanto tiempo ha pasado entre dos eventos, incluso si estos ocurren tan rápido como el tiempo que tarda la luz en desplazarse 1 metro (alrededor de 3.3 nanosegundos)<sup>3</sup>.

Al llegar a este punto, una legítima sensación de escepticismo nos hace preguntarnos la razón por la que se deben generar esta clase de segundos que, claramente, no son necesarios para satisfacer las necesidades humanas básicas de medición del tiempo, las cuales suponen dividir 1 segundo en 3 o 4 partes. Es en este punto donde resulta importante resaltar la dependencia que tienen muchos sectores y aplicaciones con el tiempo, mucho más allá de las capacidades de medición que podemos alcanzar a través de los sentidos. Si hacemos un análisis cuidadoso, es difícil encontrar qué cosas no dependen de las mediciones de tiempo. Sin embargo, en la figura 1

se presentan sectores y aplicaciones representativas que son altamente dependientes. Una vez entendida la razón por la que es necesario generar segundos de alta calidad o en adelante, de alta exactitud, surge de manera natural la pregunta: ¿cómo se fabrica 1 segundo de alta exactitud? La respuesta a esta pregunta se encuentra en el SI, particularmente en donde se define la unidad base de tiempo, el segundo, en términos de la frecuencia correspondiente a una transición atómica, como se mencionó al inicio de este artículo.

En ese sentido, los átomos se “encargan de asegurarnos” que 1 segundo tiene el tamaño correcto. Vale la pena aclarar que además de asegurar que el tamaño de los segundos sea comparable con referencias internacionales, es importante que estos estén alineados o sincronizados con todos los segundos generados en el mundo. Para lograrlo, el CENAM mantiene una comparación ininterrumpida con más de 85 países que contribuyen a la generación del Tiempo Atómico Internacional (TAI), enviando sus datos a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) en Francia. Para esta comparación se utilizan técnicas satelitales de vista común que son implementadas con los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS por sus siglas en inglés).

## ¿Qué Sectores e Industrias dependen del TIEMPO?

Comunicaciones	Transporte	Eléctrico	Financiero	Seguridad	TI
Telecomunicaciones Operaciones en la nube Internet de las cosas (IoT)	Aéreo Marítimo Terrestre Ferroviario	Monitoreo Cobros dinámicos Detección de fallas	Regulaciones Operaciones bursátiles Redes ATM	Criptografía Control de acceso Vigilancia Blockchain	Dispositivos inteligentes Investigaciones de incidentes

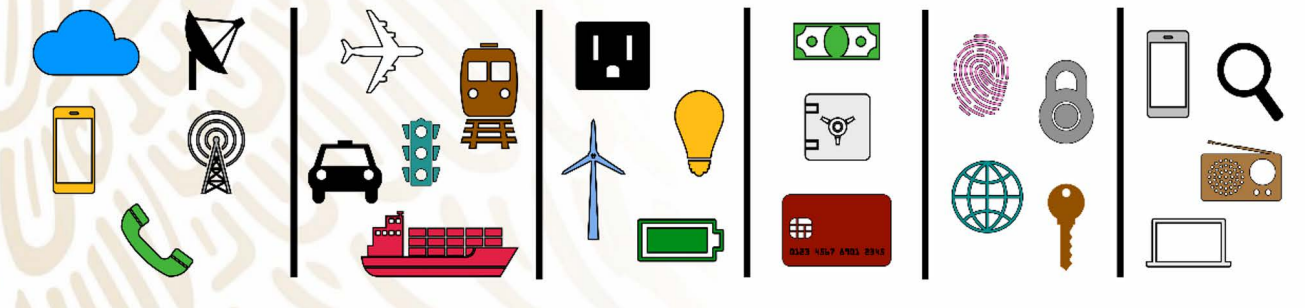


Fig. 1. Sectores e industrias que dependen de las mediciones de tiempo de alta exactitud.

En México, para la fabricación de cada segundo, se cuenta con un arreglo de relojes atómicos, dentro de los que destaca un reloj diseñado y construido en el CENAM, conocido como fuente de átomos fríos; experimento en el que, manipulando los estados cuánticos del átomo de cesio-133, tal y como lo describe el SI, se generan segundos de la mejor exactitud a nivel internacional (existen menos de 20 relojes de esta clase en el mundo). Dichos segundos tienen una calidad tal que, a este reloj le tomaría alrededor de 100 millones de años acumular un 1 segundo de desfase.



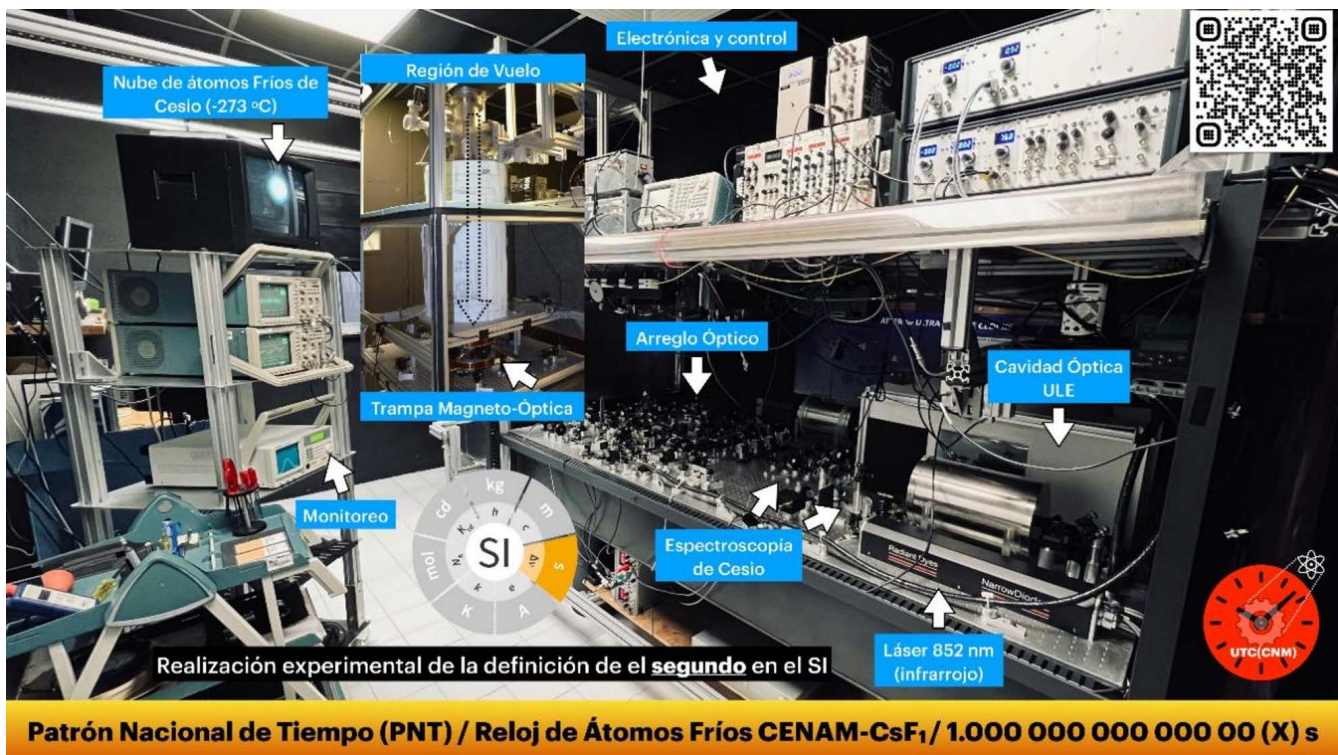


Fig. 2. Fotografía del Patrón Nacional de Tiempo (Reloj de átomos fríos). Más información en el código QR de la esquina superior derecha.

En la figura 2 se presenta la fotografía de este reloj, el cual funge como Patrón Nacional de Tiempo (PNT). Utilizando estos segundos de alta exactitud, el CENAM genera y disemina la Hora Oficial de los Estados Unidos Mexicanos, reconocida internacionalmente como UTC(CNM)<sup>4</sup>, apalancando la productividad y competitividad del país.

## Conclusión

La solidez de una nación depende de la precisión del tiempo. Dadas las amenazas generalizadas que interrumpen los GNSS, un sistema horario alternativo hace parte de la infraestructura crítica, especialmente para los países que no pueden lanzar sus propios sistemas GNSS, operar sistemas de escala de tiempo sincronizados con el UTC y que, además, estén ubicados dentro de sus fronteras, es ahora una cuestión de seguridad nacional y parte de sus estrategias de ciberseguridad. En ese sentido, para proteger y defenderse contra las vulnerabilidades de los GNSS, el papel del UTC (CNM)<sup>4</sup> está cambiando: además de ser un instrumento de medición científica, pasa a ser una parte vital de la infraestructura crítica de México.

<sup>1</sup> [www.bipm.org/en/publications/si-brochure](http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure)

<sup>2</sup> El cesio-133 (<sup>133</sup>Cs) es el único isótopo estable de los 47 que tiene el átomo de cesio (Cs).

<sup>3</sup> Si dividimos un segundo en 1000 millones de partes obtendremos 1 nanosegundo (ns).

<sup>4</sup> UTC: Tiempo Universal Coordinado / CNM: Centro Nacional de Metrología.

# Semblanza



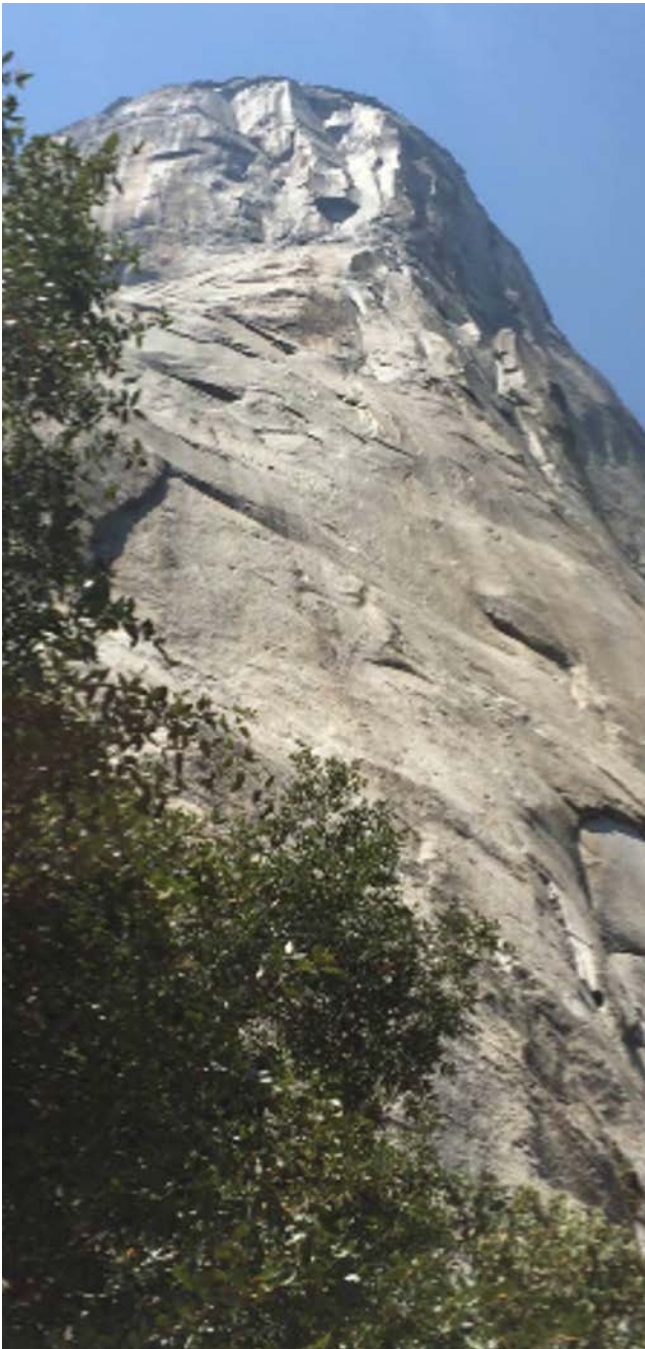
## Dr. Carlos Andrés Ortiz Cardona

El Dr. Carlos Andrés Ortiz Cardona es coordinador científico de la Dirección General de Metrología Eléctrica del Centro Nacional de Metrología (CENAM) y colabora específicamente con el Grupo de Tiempo y Frecuencia. Cuenta con experiencia en metrología primaria, manipulación de estados cuánticos utilizando luz láser, patrones primarios de frecuencia (fuente atómica o reloj de átomos fríos), láseres ultra-estables, escalas de tiempo, sincronía en telecomunicaciones, física atómica, óptica cuántica, entre otros. El Dr. Ortiz Cardona es el Representante de México ante el Grupo de Trabajo sobre el Tiempo Atómico Internacional (TAI) del Comité Consultivo de Tiempo y Frecuencia (CCTF) del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM); Docente Catedrático y miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) del CONAHCyT.



# Los Monolitos: Geología, Mitos, Tradiciones y Leyendas

Dr. José María Chávez Aguirre  
Dr. Demetrio M. Santamaría Orozco



*Monolito El Capitán.*

El hombre ha estado relacionado con los monolitos desde la prehistoria hasta nuestra época, estos pudieron ser construidos por los seres humanos, o bien labrados por la naturaleza. Su principal característica es que están compuestos por un solo tipo de roca o litología. Una de las diferencias es el tamaño, los primeros pueden alcanzar no más de 25 metros de altura y no pesar más de mil toneladas, mientras que los tallados por la naturaleza pueden llegar a tener casi un kilómetro de altura y varios millones de toneladas. Otra diferencia es su composición, los artificiales toman como materia prima un material hecho por el hombre (vidrio, barro, metal, piedra, etc.) y los naturales sólo roca.

Existen monolitos esculpidos por el hombre desde hace cientos o miles de años; de los que hay variantes de acuerdo con su forma y tamaño, como un menhir, que es un monolito vertical, o un dolmen, que es horizontal y que descansa sobre menhires, lo que sucede en Stonehenge, estructura circular hecha aparentemente como centro de adoración. Aun se desconoce cómo los labraron, transportaron y levantaron.

Las cabezas de la Isla de Pascua son otro ejemplo, están labradas en rocas basálticas cuyo cuerpo de 12 metros fue enterrado en excavaciones, de tal manera que quedara expuesta en la superficie sólo la cabeza de 4 a 6 metros de altura. Lograr esto requirió esfuerzos y técnicas que aún no se explican completamente. Machu Picchu es tal vez el ejemplo más atractivo y sorprendente de este tipo de





*Ruinas de Machu Picchu*

construcciones, debido a su ubicación a 3800 m.s.n.m. y al tamaño y peso de los bloques que forman los muros de los edificios. Otros monumentos de este tipo son las ruinas de Ollantaytambo en Perú y los Gigantes de Tula en México.

Alrededor de los monolitos se desarrollan mitos, leyendas y tradiciones. Comúnmente son tomados como símbolo de energía o como un protector natural, por lo que han sido venerados, admirados y hasta temidos. En muchas ocasiones se les relaciona con divinidades, gigantes y hasta con extraterrestres.

Pero la atracción hacia los *monolitos naturales* es aún mayor, de este tipo hay prácticamente en todo el mundo, pueden ser clasificados por la amplitud, el tipo de roca o la altura

Aquí referimos once de los más destacados en la clasificación actual por alturas. En primer lugar, se ubica al Peñón de Gibraltar, que se encuentra al sur de la Península Ibérica y que pertenece al Reino Unido, tiene 426m de alto y está compuesto de rocas sedimentarias calcáreas del Jurásico, de hace aproximadamente 200 millones de años. *Según la leyenda, sobre el Peñón de Gibraltar descansaba una de las Columnas de Hércules que marcaban el límite entre el mundo conocido, el Mar Mediterráneo, y el mundo desconocido, el Océano Atlántico. Quién se atrevía a pasar no regresaba.*

El segundo lugar lo ocupa el Pan de Azúcar, en Río de Janeiro, Brasil, con 396m de altura, compuesto de roca ígnea intrusiva de composición gra-

nítica que data del Precámbrico, con una edad de más de 2000m.a. Se encuentra en una zona donde abundan rocas muy antiguas que afloran prácticamente del mar. *Su nombre parece hacer referencia a un pan en forma de cono de punta redondeada, aunque también en la lengua Tupi-Guaraní significa "la alta colina".*

La Peña de Bernal en Querétaro, México, ocupa el tercer sitio con 351m de altura y está compuesta también de rocas ígneas intrusivas en su fase terminal, es decir, un gran cuerpo intrusivo penetró en la corteza hace cerca de 8.7m.a. (Aguirre *et al*, 2013) y empujó su material magmático a través de un enorme cuello volcánico que se proyectó a la superficie. La roca encajonante fue erosionada y dejó al descubierto ese cuello en forma de columna que se clasifica como pórfido dacítico (Chávez *et al*, 2024). Recientemente, en la UNAM se hicieron nuevas mediciones de este monolito, calculando su altura en 433m (Aguirre *et al op. cit.*), lo cual la llevaría a ocupar el primer lugar de esta lista, sobre el Peñón de Gibraltar.

El cuarto lugar le pertenece al Monte Uluru o Ayers Rock con una altura de 350m; se localiza en el centro de Australia y lo constituye un conjunto de estratos de areniscas del Pre-

cámbrico que sufrieron una serie de eventos tectónicos hace 550m.a. que las plegó y llevó de su posición horizontal original a una vertical. La roca que las cubría fue erosionada y dejó al descubierto el impresionante monolito que actualmente vemos sobresaliendo en el desierto. *Los aborígenes Australianos piden que se respete la cima del monolito y no se suba a ella, pues ahí habitan sus dioses y se les molesta.*

En el quinto sitio se encuentra El Capitán, en el Valle de Yosemite, California, Estados Unidos. Se trata de un gran cuerpo intrusivo de composición granítica que se emplazó en la corteza hace 100m.a. y que ocupa gran parte del Valle de Yosemite. En este cuerpo se distinguen dos protuberancias que están catalogadas como monolitos, El Capitán y el Half Dome.

*Los indios americanos que habitaban aquí antes de la llegada de los ingleses conocían esta estructura como “El Jefe”, al que veneraban y*

*del que, al entonar su nombre en su lengua, los ingleses escuchaban algo como “Capitán”, de ahí su nombre.*

Este monolito, según medidas obtenidas recientemente en la pared principal conocida como “La Nariz”, alcanza 914m (Fazio, 2021), lo cual lo ubicaría en el primer lugar en cuanto a altura sobre los monolitos antes mencionados.

El sexto lugar es de Las Torres del Paine, en los Andes Chilenos, compuestas de tres edificios rocosos que se proyectan desde su base hasta ¿500m? En sentido estricto, tal vez este conjunto no debería ser catalogado con el término de monolito, pues está compuesto de dos tipos de rocas: sedimentarias muy antiguas: lutitas y areniscas, que fueron intrusionadas por un tercer tipo de roca, un cuerpo granítico que se emplazó en forma horizontal, es decir, siguiendo sus estratos a manera de lacolito hace 12.5 m.a.

El séptimo lugar es de la Torre del Diablo, en Wyoming, al norte de los Estados Unidos que es la punta de un gran cuerpo intrusivo porfídico de composición fonolítica, es decir, en la que se encuentra el feldespató alcalino como mineral principal. Este cuerpo penetró en la corteza hace 40.5m.a. y no llegó a la superficie, la erosión se encargó de descubrirlo. Se eleva 386m. sobre el terreno. *Se dice, de acuerdo a historias de los indios americanos que vivían ahí, que un gran oso trató de ascender a la cima y con sus garras arañó la roca cada vez que se deslizaba; por esta razón el monolito presenta esas estructuras columnares, comunes en los cuellos volcánicos y en los domos.*

El octavo sitio le corresponde a Zuma Rock, en Nigeria, con 300m. de altura (Historical Nigeria, 2023). Es un cuerpo ígneo de los más antiguos de estas características monolíticas, también



*Monolito Peña de Bernal*

del Precámbrico (entre 1000 y 540m.a.), como el Pan de Azúcar en Brasil, y de composición granítica, a veces llamado granito negro (Carvajal, 2022). *La tribu de los Gwari, cree que Zuma es el lugar al que van los espíritus de las personas al morir*

El noveno lugar es para Ben Amera, en Mauritania, esta estructura monolítica se eleva 633m. sobre el piso del desierto (Foer *et al*, 2023). Está compuesto de rocas metamórficas de alto grado, como el gneis, del Precámbrico, entre 3200 y 2870 m.a. (Hamoud *et al*, 2021). *Cerca de este monolito está Ben Aicha, otro más pequeño que representa a la esposa de Ben Amera, un príncipe que se enteró de la infidelidad de su mujer y la convirtió en roca para mantenerla en observación.*

En el décimo sitio se ubica Sigiriya, en Sri Lanka. Esta estructura la constituye el magma de un volcán extinto de rocas muy antiguas que se elevan 200m sobre la jungla. *La historia del lugar dice que un príncipe construyó su palacio en la cumbre, sobre la superficie plana; el lugar fue abandonado tras su muerte, para ser utilizado como monasterio budista del siglo III al XIV y más adelante abandonado. Actualmente es un importante centro turístico.*

Aunque no aparece en esta lista, es conveniente mencionar al Peñón de Guatapé, en Colombia, porque se trata también de una importante estructura monolítica ubicada en la Cordillera de Los Andes, constituida por un cuerpo intrusivo de composición granítica, el cual contiene cuarzo, feldespato y micas como minerales principales y alcanza una altura de 220m. sobre el nivel del piso. *En la cima se encuentra una iglesia y, para acceder a ella y oír misa, se debe subir los domingos por una escalera de cemento con 720 escalones.*

## Conclusiones:

Al hacer este trabajo nos percatamos de que existen algunas inconsistencias y errores en su clasificación, debido a que aún faltan datos para describir a detalle algunos de estos monolitos. Destaca en primer lugar la pared vertical de 914 m. de **El Capitán** en el Parque Nacional de Yosemite, por lo cual, **este debería ser considerado el más alto del mundo** y no el Peñón de Gibraltar. Otra inconsistencia es la composición litológica de **las Torres del Paine**, pues **no deberían ser consideradas como monolitos**, porque están compuestas por dos tipos de roca. Cabe destacar que en el Instituto de Geociencias Juriquilla, Qro. de la UNAM se hicieron nuevas mediciones de la **Peña de Bernal**, calculando su altura en 433m. desde el cauce del arroyo Bernal hasta su cúspide, lo cual la llevaría a ocupar el tercer lugar después de Ben Amera.

Por lo anterior, proponemos la siguiente lista que clasifica a los monolitos más altos del mundo y que substituye o complementa a las que se han hecho hasta la fecha:

1. El Capitán en Yosemite, California, Estados Unidos, 914m.
2. Ben Amera en Mauritania, 633m.
3. La Peña de Bernal en Querétaro, México, 433m.
4. El Peñón de Gibraltar al sur de España, aunque pertenece al Reino Unido, 426m.
5. El Pan de Azúcar en Río de Janeiro, Brasil, 396m.
6. Devils Tower en Wyoming, Estados Unidos, 386m.
7. Uluru en Australia, 348m
8. Zuma Rock en Nigeria, 300m.
9. Guatapé en Colombia, 220m.
10. Sigiriya en Sri Lanka, 200m.
11. Las Torres del Paine en Chile, ¿500m? No la consideramos una estructura monolítica.



**Referencias:**

Aguirre, D. G., Aguillón R. A., Tristán G. M., Larbarthe, H. G., López, M. M., Bellón, H. y Nieto, O. J. (2013). **Geologic setting of the Peña de Bernal Natural Monument, Queretaro, México: An endogenous volcanic dome.** *Geosphere*, June 2013; v. 9; no. 3: p. 557-571.

Carvajal, G. (2022). **Roca Zuma, el impresionante monolito natural junto a la capital de Nigeria.** Magazine Cultural Independiente. LBV 2022.

Chávez A. J. Ma, Peña R. J., Escobar G. M., Badiño M. V. (2024). **La Multidisciplina Aplicada al Proyecto Geoparque Peña de Bernal, Querétaro.** Libros UNAM. Edición Digital, enero 2024.

Fazio, M. (2021). **A Record-Setting Ascent of El Capitán.** *The New York Times*, July 16 2021.

Foer, J., Thuras, D. y Horton, E. (2023). **Atlas Obscura, New York Times Bestseller.** Página web consultada el 23 de marzo de 2024: <https://www.atlasobscura.com/places/ben-amera-monolith-mauritania>

Hamoud, A. H. EL, Tahiri, A., Chakiri, S., Mehdioui, A., Bagdad, B., EL Maidani, A., Bejjaji, Z., Aoufa, M. (2021). **Mauritanian geological resources: A lever for sustainable regional development via geotourism.** *Revista Internacional de Geopatrimonio y Geoparques*. Volumen 9, Número 4, Páginas 415-529. Science Direct. Diciembre 2021

Historical Nigeria (2023). **Zuma Rock.** Página web consultada el 23 de marzo de 2024: <https://www.instagram.com/historicalnigeria/reel/Cu2Lmg9luSG/>

# Semblanza



## Dr. José Ma. Chávez Aguirre

El Dr. José Ma. Chávez A. es Ingeniero Geólogo de la UNAM, Doctorado en Geología en la Universidad de París VI, Francia. Trabajó como geólogo de exploración de uranio en el extinto INEN; durante 25 años fue Jefe de Laboratorio de Petrografía y Supervisor de Geología para Proyectos Hidroeléctricos en CFE. Es Profesor de Carrera de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la UNAM, de la cual fue Coordinador del Programa de Posgrado. Imparte clases de Geología a nivel de Licenciatura y de Posgrado. Es autor de 3 libros técnicos y coautor de 3 más y de 3 novelas dedicadas a la divulgación de la ciencia. Ha publicado más de cuarenta artículos técnicos. Desde 2008 es miembro de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Geológica de la Academia de Ingeniería de México. En 2012 recibió la Cátedra Especial Nabor Carrillo por su desempeño Académico. A partir de 2022 es Consejero Universitario de la UNAM.



# Semblanza



## Dr. Demetrio Marcos Santamaría Orozco

El Dr. Demetrio M. Santamaría O. fue investigador del IMP, de la Universidad de Thier, y del Centro de Investigaciones Nucleares KFA de Jülich, ambos en Alemania. Presidente nacional de la Sociedad Geológica Mexicana (SGM), de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (AMGP, Delegación Ciudad de México) y de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Geológica de la Academia de Ingeniería de México; director en México de la Asociación Latino Americana de Geoquímica Orgánica (ALAGO) y del Comité de Ciencias de la Tierra de la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros (UMAI). En 2023 recibió la Distinción Nacional José Guadalupe Aguilera, de la SGM por su actuación sobresaliente en Ciencias de la Tierra y el legado aportado a futuras generaciones y el Premio Nacional Manuel Rodríguez Aguilar, de la AMGP, por su distinguido papel a favor de la industria petrolera.





Martes de la  
**ACADEMIA**

Durante marzo el Dr. Francisco J. Barnés de Castro participó en Martes de la Academia con la conferencia "Retos y perspectivas para el sano desarrollo de PEMEX", un detallado trabajo sobre esa empresa mexicana.

Nuestro integrante de la Comisión de Especialidad de Ingeniería Química de la Academia de Ingeniería México hizo una presentación que actualiza el enfoque sobre Petróleos Mexicanos y su futuro inmediato.

Le compartimos el enlace a la conferencia:

<https://bit.ly/Martes-AI-04Mar24>



A pesar del sacrificio fiscal para reducir los derechos de utilidad compartida y de los enormes recursos que el Gobierno Federal le ha inyectado a Pemex, la deuda total de la empresa es similar a la que la tenía cuando la recibió, con un componente mucho más alto de vencimientos de corto plazo, con un incremento significativo de adeudos con proveedores, con un costo muy superior del servicio de la deuda y con una calificación crediticia muy deteriorada.



El próximo gobierno recibirá una empresa que no solo ya no le aportará ingresos sino que le va a generar crecientes problemas financieros, presupuestales, operativos y ambientales, que deberá atender distraendo todavía más recursos presupuestales para modernizar las instalaciones, corregir los problemas operativos y detener la sangría financiera



Pemex dejó de ser el caballo brioso que impulsaba la carreta de la economía nacional y se ha convertido en un paquidermo artrítico que amenaza con estancarla. De no corregirse oportunamente el rumbo actual, Petróleos Mexicanos corre el riesgo de convertirse en un lastre para las finanzas públicas, un daño creciente para la salud de la población, un importante factor de deterioro del medio ambiente, y un freno para la transición energética.

# Semblanza



## Dr. Francisco José Barnés de Castro

El Dr. Francisco José Barnés de Castro es Ingeniero Químico por la UNAM, Maestro en Ciencias y Doctor en Ingeniería Química por la Universidad de California en Berkeley. Realizó su carrera académica en la UNAM donde se desempeñó como profesor de carrera, Director de la Facultad de Química, Secretario General y Rector. En el sector público ocupó los cargos de: Secretario Técnico de la Comisión Petroquímica Mexicana, Director General del Instituto Mexicano del Petróleo, Subsecretario de Política Energética y Desarrollo Tecnológico, Subsecretario de Hidrocarburos y Comisionado en la Comisión Reguladora de Energía por dos periodos consecutivos. Actualmente es miembro de los consejos directivos de la Fundación INCO; de la Fundación ICA; y del Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, que preside actualmente, así como Consejero Independiente de Estrategia Energía Eléctrica Comercializadora y de Pellet México.





# CONVERSATORIO

## Mujeres Ingenieras Líderes en el Campo de Acción (MILCA)

### CONversa con



**Dra. Gabriela  
Moeller Chávez**



En el marco del Día Internacional de la Mujer, la Academia de Ingeniería México se unió al llamado de las Naciones Unidas "Invertir en las mujeres acelera el progreso", realizando el conversatorio Mujeres Ingenieras Líderes en su Campo de Acción (MILCA).

Esta actividad tiene por objetivo mostrar las peculiaridades y habilidades que se conjuntan en una mujer ingeniera. Conocer sobre los desafíos que les ha tocado superar, su innovación de métodos, los paralelismos entre ser mujer, esposa y madre. Y su forma de equilibrar estos ámbitos.

El diálogo con la Dra. Gabriela Moeller Chávez, académica de honor de la Academia de Ingeniería México, nos permitió conocer su lado más humano. En sus inicios, lo que la motivó a estudiar química e ingeniería fue darle respuesta a muchas interrogantes que tenían las principales disciplinas que le atraían, como la física, la química, las matemáticas y la biología.

Con esa inquietud y disciplina construyó su carrera profesional. Siendo egresada de la Facultad de Química, posee un posgrado en el área de Ing. Sanitaria y Ambiental (Maestría y Doctorado) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Sus principales temas de interés se concentran en la calidad del agua, agua residual, industrial y municipal con énfasis en biotecnología ambiental, seguridad hídrica y el reúso seguro de las aguas. Y entre otros tiene como sus principales productos, patentes, publicaciones y formación de recursos humanos.

Posee 35 años de experiencia en docencia, investigación y desarrollo, en el Posgrado de Ingeniería de la UNAM, en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y en la Universidad Politécnica de Morelos.

Algunas disyuntivas a las que se enfrentó por ser mujer fueron cumplir con el desarrollo profesional y con la familia. Para hacerle frente a estos retos, tuvo en mente los siguientes principios: se debe hacer lo que nos gusta, no considerar que hay derrotas, pues un fracaso, siempre es un nuevo aprendizaje y una nueva oportunidad, que se deben de enfrentar con persistencia y tenacidad.

Con este mantra de vida, la Dra. Moeller ha llevado adelante todas sus tareas, una de ellas el fomento de una mayor participación de las mujeres en las carreras STEM.



Hoy aconseja quitar el tabú sobre las ciencias, hacer conciencia sobre la igualdad de capacidades, motivar a las jóvenes y a las niñas a estudiar y así coadyuvar al crecimiento de la nación.

En la cuestión laboral, aún falta mucho que precisar en las políticas de género para que sean realmente equilibradas, fomenten el liderazgo y trasciendan el papel.

En cuanto al equilibrio de familia y carrera profesional, la Dra. Moeller afirma que todo era más complicado con hijos pequeños, una etapa en que debía quitar las horas al sueño para atender las labores del hogar y las profesionales. En el momento que van creciendo y se dividen las responsabilidades -indica-, el tiempo de dedicación debe ser de mayor calidad para su sano desarrollo

Para ver el Conversatorio completo:

<https://www.youtube.com/watch?v=yJotChunRCY&t=1437s>

## RESCATE Y RECONOCIMIENTO

# Liderazgo con pasión, organizado por la SEFI

La Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI) de la UNAM realizó el conversatorio "Liderazgo con pasión: Diálogo abierto con mujeres inspiradoras", como parte de las actividades del Día Internacional de la Mujer. El encuentro tuvo el objetivo de compartir experiencias individuales sobre la actividad de la mujer en las STEM.

El conversatorio convocó a un numeroso grupo de mujeres, entre ellas la Dra. Mónica Barrera Rivera, Presidenta de la Academia de Ingeniería México, académicas, integrantes de la facultad y de la Orquesta Sinfónica de Minería.







Academia  
de Ingeniería México

La Academia de Ingeniería de México  
felicitamos nuestro Académico

**Ing. Mauricio Jessurun  
Solomou**

por su nombramiento como

**Presidente del Colegio de  
Ingenieros Civiles de México**

*¡Enhorabuena!*

Dra. Mónica Barrera Rivera  
Presidente



Academia  
de Ingeniería México

La Academia de Ingeniería de México  
felicitamos nuestro Académico

**Dr. Juan Humberto Sossa Azuela**

quien recibirá el

**Doctorado  
Honoris Causa**

otorgado por el  
Tecnológico de Estudios Superiores  
de Ecatepec el próximo 25 de Abril de 2024

*¡Enhorabuena!*

Dra. Mónica Barrera Rivera  
Presidente



La Academia de Ingeniería de México felicita a nuestro Académico

### **Dr. Salvador Landeros Ayala**

por haber recibido el

### **Distinguished Service Award**

en el marco de la reunión global IAF Spring Meetings 2024, organizado por la Federación Internacional de Astronáutica (IAF)

**¡Enhorabuena!**

**Dra. Mónica Barrera Rivera**  
Presidente



La Academia de Ingeniería de México felicita a nuestro Académico

### **M. en C. Jorge Antonio Vázquez Murillo**

por la inauguración de

### **ZF Campus Monterrey**

donde se desempeña como director del campus y director de Investigación y desarrollo de México

**¡Enhorabuena!**

**Dra. Mónica Barrera Rivera**  
Presidente





**SÓLO PARA  
INGENIERO(A)S**



# Investigadores dan un gran paso hacia el desarrollo de celdas solares de próxima generación

Un querido colega nos comparte el presente artículo, escrito por Yvaine Ye, publicado el 21 de marzo de 2024 en el boletín *CU Boulder Today* de la *University of Colorado* (CU) en Boulder, y traducido por nosotros para este espacio. Veamos de que se trata...

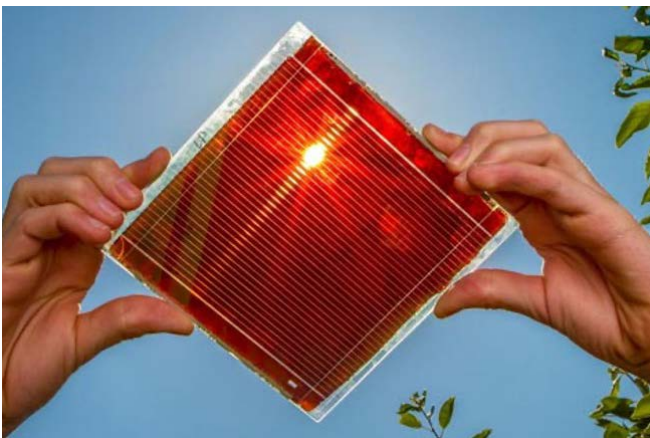
El mundo de la energía solar está listo para una revolución. Los científicos se apresuran a desarrollar un nuevo tipo de celda solar utilizando materiales que puedan convertir la electricidad de manera más eficiente que los paneles actuales.

En un artículo publicado el 26 de febrero en la revista *Nature Energy*, un investigador de la *University of Colorado* (CU) en Boulder y sus colaboradores internacionales dieron a conocer un método innovador para fabricar nuevas celdas solares, conocidas como celdas de perovskita, un logro fundamental para la comercialización de lo que muchos consideran la próxima generación de tecnología solar.





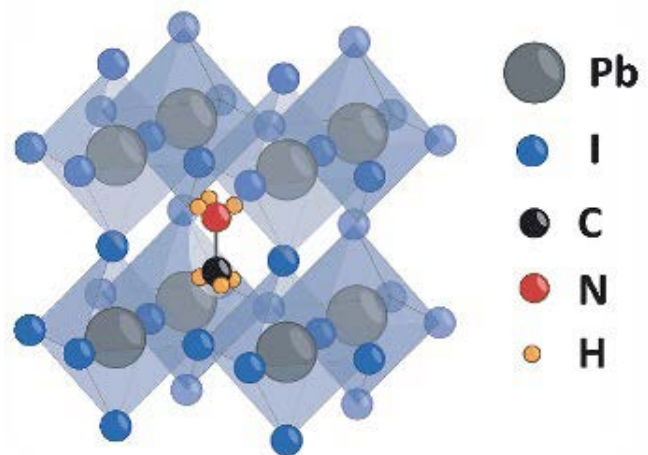
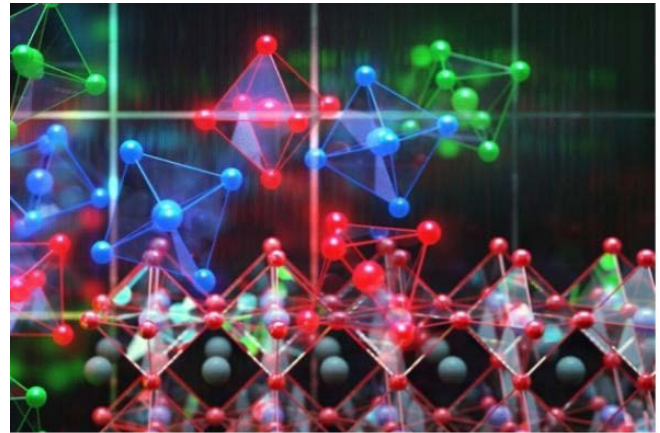
Hoy en día casi todos los paneles solares están hechos de silicio, que cuenta con una eficiencia del 22%. Esto significa que los paneles de silicio sólo pueden convertir alrededor de una quinta parte de la energía solar en electricidad porque el material absorbe sólo una proporción limitada de las longitudes de onda de la luz solar. La producción de silicio también es cara y consume mucha energía.



## Introduciendo la perovskita

La celda de perovskita está hecha en parte de material sintético que ha sido modelado en base a la estructura cristalina especial de un mineral llamado perovskita. Esta estructura absorbe la luz solar de una manera diferente y más eficaz que las celdas de silicio, es decir tiene el potencial de convertir considerablemente más energía solar a un costo de producción más bajo.

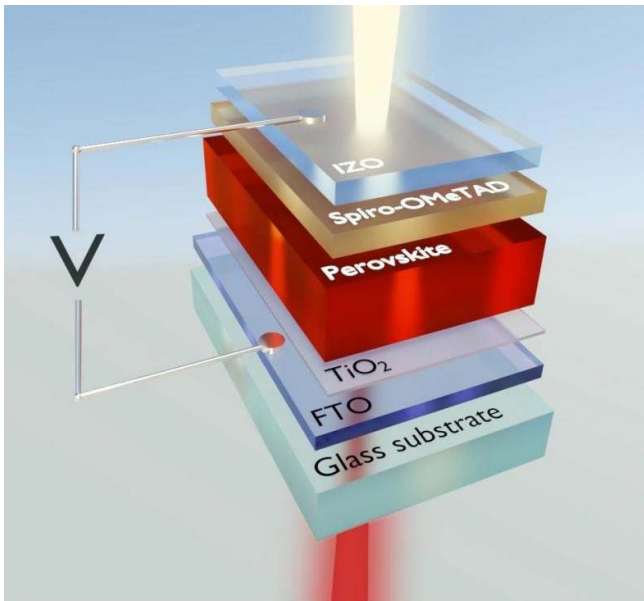
Las perovskitas sintéticas toman su nombre del mineral homónimo, perovskita, que fue descubierto por primera vez en 1839, en los montes Urales por Gustav Rose y que se nombró en reconocimiento del mineralogista ruso L. A. Perovski (1792–1856).



Y efectivamente, este nuevo material tiene el mismo tipo de estructura cristalina que el titanato de calcio ( $\text{CaTiO}_3$ ), conocida como estructura de perovskita.



**“Las perovskitas podrían cambiar las reglas del juego”, dijo Michael McGehee, profesor del Departamento de Ingeniería Química y Biológica y miembro del Instituto de Energía Renovable y Sostenible de UC en Boulder.**

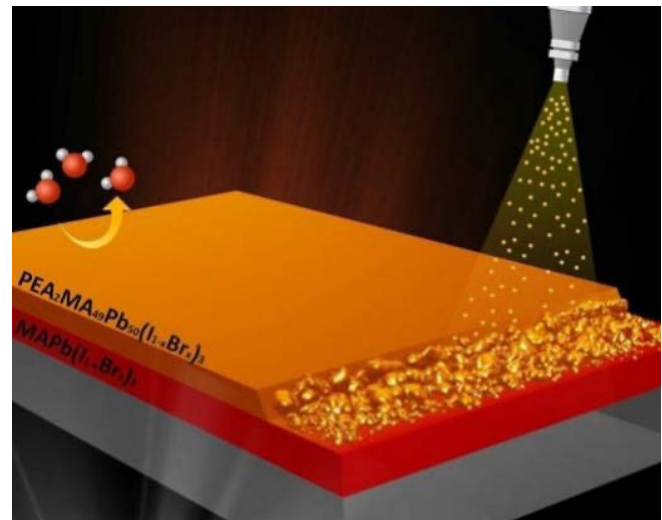


Los científicos han estado probando celdas solares de perovskita apilándolas encima de células de silicio tradicionales para formar celdas en tándem. La colocación de dos materiales en capas, cada uno de los cuales absorbe una parte diferente del espectro solar, puede aumentar potencialmente la eficiencia de los paneles en más del 50%.



“Todavía estamos viendo una rápida electrificación en todo el mundo, incluyendo un mayor número de automóviles funcionando con electricidad. Para reducir el avance del cambio climático, esperamos retirar más plantas de carbón y eventualmente deshacernos de las plantas de gas natural”, dijo McGehee. “Si creemos que vamos a tener un futuro totalmente renovable, entonces debemos estar planeando que los mercados eólico y solar se expandan al menos entre cinco y diez veces con relación a como estamos ahora.”

Para lograrlo, afirmó, la industria debe mejorar la eficiencia de las celdas solares.



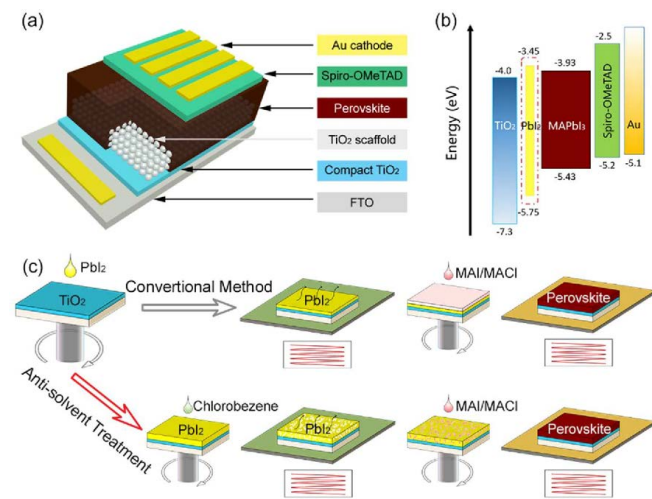
Pero un desafío importante al fabricarlos a partir de perovskita a escala comercial es el proceso de recubrir el semiconductor sobre las placas de vidrio que son los componentes básicos de los paneles. Actualmente, el proceso de recubrimiento tiene que realizarse en una pequeña caja llena de gas no reactivo, como nitrógeno, para evitar que las perovskitas reaccionen con el oxígeno, lo que disminuye su rendimiento.

“Esto está bien en la etapa de investigación, pero cuando comienzas a recubrir grandes



piezas de vidrio, se vuelve cada vez más difícil hacerlo en una caja llena de nitrógeno”, dijo McGehee.

McGehee y sus colaboradores encontraron una forma de evitar esa reacción dañina con el aire. Descubrieron que agregar formiato de dimetilamonio, o DMAFo, a la solución de perovskita antes del recubrimiento podría evitar que los materiales se oxidaran.



Este hallazgo permite que el recubrimiento se realice fuera de la pequeña caja, en el aire ambiente. Los experimentos demostraron que las celdas de perovskita fabricadas con el aditivo DMAFo pueden alcanzar una eficiencia de casi 25% por sí solas, comparable al récord actual de eficiencia de las celdas de perovskita del 26%.

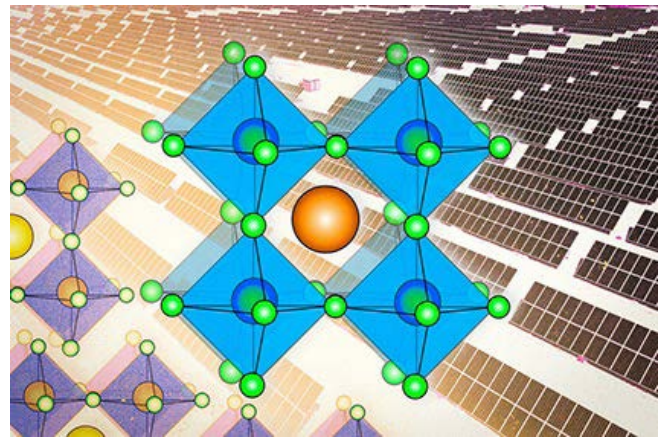
### El aditivo también mejoró la estabilidad de las celdas.

Los paneles de silicio comerciales normalmente pueden mantener al menos el 80% de su rendimiento después de 25 años, perdiendo alrededor del 1% de eficiencia por año. Las células de perovskita, sin embargo, son más reactivas y se degradan más rápido en el aire.

El nuevo estudio demostró que la célula de perovskita fabricada con DMAFo conservaba el 90% de su eficiencia después de que los investigadores las expusieran a luz LED que imitaba la luz solar durante 700 horas. Por el contrario, las células creadas en el aire sin DMAFo se degradaron rápidamente después de sólo 300 horas.

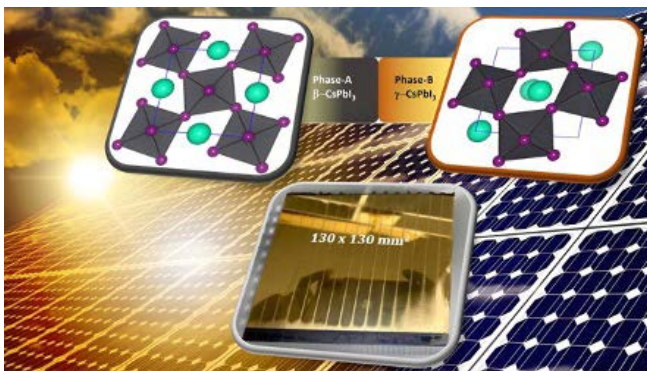
Si bien se trata de un resultado muy alentador, en un año solo se pueden realizar 8,000 horas de prueba, señaló. Por lo tanto, se necesitan pruebas más largas para determinar cómo estas celdas se mantienen en el tiempo.

“Es demasiado pronto para decir que son tan estables como los paneles de silicio, pero estamos en una buena trayectoria hacia ello”, dijo McGehee.



El estudio acerca las celdas solares de perovskita un paso más a la comercialización. Al mismo tiempo, el equipo de McGehee está desarrollando activamente celdas en tándem con una eficiencia real superior al 30% y que tienen la misma vida útil que los paneles de silicio. El objetivo es crear tándems que sean más eficientes que los paneles de silicio convencionales e igualmente estables durante un periodo de 25 años.

Con mayor eficiencia y precios potencialmente más bajos, estas celdas en tándem podrían tener aplicaciones más amplias que los paneles de silicio existentes, incluida la posible instalación en los techos de vehículos eléctricos. Podrían añadir entre 24 y 40 kilómetros de autonomía por día a un coche expuesto al sol, suficiente para cubrir los desplazamientos diarios de muchas personas. Los drones y los veleros también podrían funcionar con estos paneles.



Después de una década de investigación en perovskitas, los ingenieros han construido celdas de perovskita que son tan eficientes como las celdas de silicio, que se inventaron hace 70 años, dijo McGehee. "Estamos llevando las perovskitas a la meta. Si los tándems funcionan bien, ciertamente tienen el potencial de dominar el mercado y convertirse en la próxima generación de celdas solares", afirmó.

Fuente: <https://www.colorado.edu/today/2024/03/20/researchers-take-major-step-toward-developing-next-generation-solar-cells>





## NUESTRA RECOMENDACIÓN **Punto de Encuentro**



Compartimos la recopilación de las aportaciones que realiza periódicamente nuestro chat Punto de Encuentro, esperando que se convierta muy pronto en el medio de discusión y enriquecimiento técnico de nuestra Academia.

Te invitamos a conocerla

<https://bit.ly/Punto-de-Encuentro-E6>

En esta entrega destaca la intersección entre la ingeniería y la tecnología con historias que inspiran y profundizan en conocimiento, resaltando la diversidad temática y el enfoque multidisciplinario. Esta edición celebra el impacto de la innovación tecnológica en la sociedad y las contribuciones en áreas como la arquitectura de las conexiones humanas, la energía verde y el reconocimiento a mujeres destacadas.

Exploramos una vasta gama para ti, desde la arquitectura del Kiosco Morisco hasta las regulaciones que impulsan la innovación, pasando por homenajes a mujeres influyentes y avances en tecnología digital y conectividad.

Además, se resalta el papel de McKinsey & Company en estrategias empresariales, la integración de Ford de México al centro global de tecnología y negocios, y la importancia del hidrógeno verde para la economía mexicana.

**¡Bienvenidos a nuestro Punto de Encuentro!**

### **Aprueba el Consejo Universitario la creación del Instituto de Geociencias, en Juriquilla**



El Consejo Universitario (CU), máximo órgano de gobierno de la UNAM, aprobó por unanimidad, transformar el Centro de Geociencias (CGEO) en Instituto de Geociencias, a fin de fortalecer la investigación, formación de recursos humanos de alta calidad, y su contribución a la generación de conocimiento de frontera y para la solución de problemas de interés nacional e internacional.

Consulta información en los siguientes links

[https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2024\\_206.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2024_206.html)

<https://youtu.be/pJMumcClgwc?si=Q5KsfFksafLZZJwW>



# Próximas actividades

**Abril**

## Ingresos



Evento Híbrido

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la Ceremonia Protocolaria de Ingreso como:

Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Industrial del

**Mtro. Luciano Antonio Arranz Lara**

con el trabajo

“Una nueva revolución en la logística: las cadenas de suministro en la postpandemia”

Acompáñanos de manera presencial en:

Salón de la Academia  
Palacio de Minería  
Tacuba #5, Centro Histórico  
Alcaldía Cuahutémoc, C.P. 0600, CDMX

Fecha  
08 de Abril, 2024  
Hora  
18:00 hrs

Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

zoom  
ID: 891 8609 1432  
Clave: 171409



Evento Híbrido

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la

Ceremonia Protocolaria de Ingreso como:

Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Civil del

**Dr. Paul Garnica Anguas**

con el trabajo

“Retrocálculo de Deformaciones en Pavimentos con un Modelo de Redes Neuronales Artificiales”

Acompáñanos de manera presencial en:

Salón de la Academia  
Palacio de Minería  
Tacuba #5, Centro Histórico  
Alcaldía Cuahutémoc, C.P. 0600, CDMX

Fecha  
12 de Abril, 2024  
Hora  
18:00 hrs

Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

zoom  
ID: 820 6951 9783  
Clave: 982320



Evento Híbrido

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la

Ceremonia Protocolaria de Ingreso como:

Académica Titular de la Comisión de Especialidad de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la

**Dra. Elsa Chavira Martínez**

con el trabajo

“Diseño, desarrollo y construcción de fotoceldas de calidad espacial con tecnología mexicana.”

Acompáñanos de manera presencial en:

Salón de la Academia  
Palacio de Minería  
Tacuba #5, Centro Histórico  
Alcaldía Cuahutémoc, C.P. 0600, CDMX

Fecha  
10 de Abril, 2024  
Hora  
18:00 hrs

Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

zoom  
ID: 895 5986 8081  
Clave: 161349



Evento Híbrido

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la

Ceremonia Protocolaria de Ingreso como:

Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Química del

**Dr. José Rubén Morones Ramírez**

con el trabajo

“El rol de la nanobioingeniería en el diseño de las futuras generaciones de medicamentos inteligentes.”

Acompáñanos de manera presencial en:

Salón de la Academia  
Palacio de Minería  
Tacuba #5, Centro Histórico  
Alcaldía Cuahutémoc, C.P. 0600, CDMX

Fecha  
17 de Abril, 2024  
Hora  
18:00 hrs

Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

zoom  
ID: 834 1346 1300  
Clave: 266012

# Próximamente actividades

**Abril**



**Evento Híbrido**

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la

Ceremonia Protocolaria de Nombramiento como:

## Académica de Honor

de la

### Dra. Gabriela Moeller Chávez


**Acompáñanos de manera presencial en:**

Salón de la Academia Palacio de Minería Tacuba #5, Centro Histórico Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000, CDMX	Fecha 19 de Abril, 2024 Hora 18:00 hrs
--	---

● Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

zoom  
ID: 811 9346 3057  
Clave: 210276

Celebremos juntos



# Academia de Ingeniería México

## Homenaje Póstumo




**EVENTO HÍBRIDO**

### HOMENAJE PÓSTUMO AL ING. RODOLFO DEL ROSAL DÍAZ

ORGANIZADO POR LA COMISIÓN DE ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA QUÍMICA PARA QUIEN FUERA SU ACADEMICO TITULAR Y PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE ESPECIALIDAD

● Transmisión en vivo <a href="http://ai.org.mx">ai.org.mx</a>	<b>Acompáñanos de manera presencial en:</b> <b>Salón de la Academia</b> Palacio de Minería Tacuba #5, Centro Histórico Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000 CDMX
---	---

zoom  
ID: 863 0426 7254  
Clave: 789897

FECHA  
18 de Abril, 2024  
HORA  
18:00 hrs

Síguenos en nuestras redes sociales





**EVENTO HÍBRIDO**

### HOMENAJE PÓSTUMO AL DR. JOSÉ MARIO MOLINA-PASQUEL HENRÍQUEZ


ORGANIZADO POR LA COMISIÓN DE ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA QUÍMICA PARA QUIEN FUERA SU ACADEMICO DE HONOR

● Transmisión en vivo <a href="http://ai.org.mx">ai.org.mx</a>	<b>Acompáñanos de manera presencial en:</b> <b>Salón de la Academia</b> Palacio de Minería Tacuba #5, Centro Histórico Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000 CDMX
---	---

zoom  
ID: 896 9298 6990  
Clave: 728071

FECHA  
25 de Abril, 2024  
HORA  
18:00 hrs

Síguenos en nuestras redes sociales





# Próximas actividades

## Martes de la Academia



**Martes de la Academia de Ingeniería**

La Comisión de Especialidad en Ingeniería Nuclear invita:

**“Reactor y combustible: un binomio indispensable para la sostenibilidad de la energía nuclear”**

02 de Abril, 2024  
18:00 Horas

Más información en [www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

Transmisión en Vivo



**Dr. Juan Luis Francois Lacouture**  
Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Nuclear



**zoom**  
ID: 896 2408 8938  
Clave: 893636

Síguenos en nuestras redes sociales



---



**Martes de la Academia de Ingeniería**

La Comisión de Especialidad en Ingeniería Petrolera invita:

**“Evolución de los Procesos de Recuperación Secundaria y Mejorada para Incrementar la Producción y el Factor de Recuperación de los Yacimientos en México”**

08 de Abril, 2024  
18:00 Horas

Más información en [www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

Transmisión en Vivo



**Dr. Heron Gachuz Muro**  
Secretario de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Petrolera



**zoom**  
ID: 896 2408 8938  
Clave: 893636

Síguenos en nuestras redes sociales



---



**Martes de la Academia de Ingeniería**

El Programa Multidisciplinario de Alimentos y Desarrollo Rural invita:

**“Sistema alimentario y cambio climático”**

16 de Abril, 2024  
18:00 Horas

Más información en [www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

Transmisión en Vivo



**Mtro. Álvaro Sampedro y Garibay**  
Coordinador del Programa Multidisciplinario de Alimentos y Desarrollo Rural



**zoom**  
ID: 896 2408 8938  
Clave: 893636

Síguenos en nuestras redes sociales



---



**Martes de la Academia de Ingeniería**

La Comisión de Especialidad de Ingeniería en Sistemas invita:

**“Hacia un nuevo enfoque de planeación para la Frontera Norte: Visión, Retos y Oportunidades”**

23 de Abril, 2024  
18:00 Horas

Más información en [www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

Transmisión en Vivo



Presente:  
**Dr. Reyes Juárez del Ángel**  
Presidente de la Comisión de Especialidad de Ingeniería en Sistemas

Comentarista:  
**M.I. Luis Maumejean Navarrete**  
Secretario de la Comisión de Especialidad de Ingeniería en Sistemas



**zoom**  
ID: 896 2408 8938  
Clave: 893636

Síguenos en nuestras redes sociales





**Martes de la Academia de Ingeniería**

La Comisión de Especialidad en Ingeniería Química invita:

**“La Ingeniería química sustentable. Soluciones a los problemas climáticos y cero desperdicios”**

30 de Abril, 2024  
18:00 Horas

Más información en [www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)

Transmisión en Vivo



**Prof. Enrico N. Martínez**  
Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Química




**zoom**

ID: 896 2408 8938  
Clave: 893636

Síguenos en nuestras redes sociales



## Mayo



**Evento Híbrido**

La Academia de Ingeniería de México se complace en invitarle a la Ceremonia Protocolaria de Ingreso como: Académico Titular de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Nuclear del

**Dr. Armando Miguel Gómez Torres**

con el trabajo

**“Desarrollo de una plataforma de simulación numérica para el análisis de reactores nucleares,”**  
*Gran Reto de la Ingeniería Mexicana: Energía Nuclear para la transición energética en México*


Acompañanos de manera presencial en:

**Salón de la Academia  
Palacio de Minería**

Tacuba #5, Centro Histórico  
Alcaldía Cuahutémoc, C.P. 0600, CDMX

Fecha  
**23 de Mayo, 2024**  
Hora  
**18:00 hrs**

Transmisión en vivo  
[www.ai.org.mx](http://www.ai.org.mx)



ID: 815 0103 9020  
Clave: 528992

## Nuestro Reconocimiento



**CANBE**<sup>®</sup>  
INGENIEROS S.A. DE C.V.



# GACETA

de Ingeniería

## Síguenos...



## Contáctanos

---

### DIRECCIÓN

Tacuba #5, Centro Histórico,  
Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000, CDMX  
Palacio de Minería

### TELÉFONOS

+ 01 55 5521-4404  
+ 01 55 5521-6790

Email : [contacto@ai.org.mx](mailto:contacto@ai.org.mx)

### HORARIOS

LUN – VIE: 09:00 – 19:00