



Academia  
de Ingeniería  
México

# GACETA

de Ingeniería

I

[www.ai.org.mx/la-academia](http://www.ai.org.mx/la-academia)



Academia  
de Ingeniería  
México

## Nuestra Historia

---

La historia de la Academia de Ingeniería México se remonta al año de 1974, en el que se crean la Academia Mexicana de Ingeniería y la Academia Nacional de Ingeniería. Estas tuvieron una gran influencia en las decisiones sobre las diferentes especialidades y temas relacionados con la transformación de la naturaleza en beneficio del hombre.

Sin embargo, para lograr la unidad y el fortalecimiento de la profesión, se puso en marcha un proceso de fusión que culminó el 12 de febrero del 2002. Así surgió la Academia de Ingeniería, en la que se agremian los más importantes profesionales, reconocidos por su labor en el campo, principalmente en la docencia, la investigación, la industria y los servicios públicos y privados.

La unión de ambas organizaciones, ha dado por resultado una Academia más activa, en las circunstancias actuales de nuestro país y en las previsibles del futuro. Además de contribuir a concientizar a la sociedad sobre la necesidad de contar con una Ingeniería Mexicana fuerte, moderna y de alta calidad.

La Academia de Ingeniería México es una asociación sin fines de lucro cuyo objeto es el de promover y difundir la vocación, educación, ejercicio profesional, investigación e innovación en la ingeniería, al más alto nivel y con compromiso social. Por ello, busca reunir y favorecer la participación de los más distinguidos ingenieros para contribuir al desarrollo equitativo, creciente y sustentable de México.

**En 2024 la Academia de Ingeniería México cumple sus primeros 50 años.**

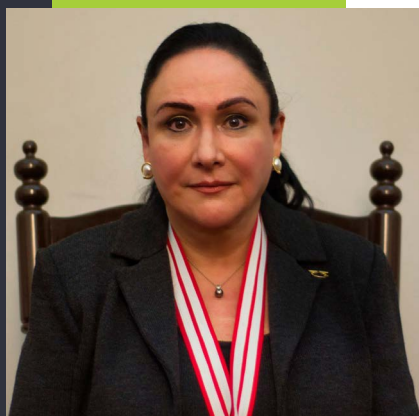
**Será un año de actividad intensa para esta importante conmemoración.**

**GACETA DE LA ACADEMIA DE INGENIERÍA MÉXICO**, primera edición, año 1, septiembre de 2023, 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>.



# Presentación

---



La ingeniería, de acuerdo con Theodore Von Karman, crea el mundo que nunca ha sido.

La ingeniería tiene la capacidad de transformar y hacer realidad lo que imaginamos para un futuro mejor, enfrentando los retos de la humanidad, aplicando la innovación, el conocimiento y la tecnología, de manera sustentable.

La ingeniería es la responsable de la creación del patrimonio tangible de las naciones y algunas de sus obras han logrado trascender el tiempo. El objetivo de la ingeniería es resolver problemas multidisciplinares complejos, no bien definidos, con implicaciones sociales, tomando en cuenta los efectos medioambientales, solucionando de manera eficaz y eficiente y que atañen a la sociedad para mejorar la calidad de vida. Todo ello en un mundo interconectado, diverso, multicultural, con nuevas tecnologías y tecnologías cambiantes.

El propósito de la ingeniería en esta emergencia social, económica, energética y tecnológica debe dirigirse a disminuir la desigualdad, a través de soluciones sostenibles; por lo que la ingeniería debe enfocarse a los más vulnerables para poner a su acceso los medios y servicios básicos. La ingeniería necesita desarrollar técnicas inclusivas, incluidas las de género y las zonas marginadas.

De ahí la importancia de la ingeniería y de la Academia de Ingeniería México.

La Academia de Ingeniería México integra a las ingenieras y los ingenieros, en sus distintas especialidades, que han destacado por sus aportaciones a la ingeniería; por ello es referente de la ingeniería, con jerarquía ética y técnica.

En este contexto surge esta Gaceta mensual, como medio de Integración, Reflexión, Innovación y Sostenibilidad (IRIS) de la Academia de Ingeniería México, en la que los participantes habrán de expresarse sobre los distintos temas estratégicos y retos de la ingeniería para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y 2050 de la Organización de las Naciones Unidas, a la que nuestro país se ha suscrito.

Agradecemos a los miembros de nuestra Academia que están haciendo esto posible.

**Dra. Mónica Barrera Rivera.**

Presidente de la Academia de Ingeniería México

## 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**  
Prosecretaría

**Ing Carlos Alejandro Merchán Escalante**  
Protesorero



## COMISIONES DE ESPECIALIDAD

Ing. José Javier Roch Soto  
Presidente  
Aeroespacial

Dra. Patricia Olguín Lora  
Presidente  
Ambiental

Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses  
Presidente  
Bionanoingeniería

Dr. Miguel Ángel Vergara Sánchez  
Presidente  
Civil

M.A.P. Guillermo Antonio Medina Flores  
Presidente  
Comunicaciones y Electrónica

Ing. Luis Rancé Comes  
Presidente  
Eléctrica

M.C. Carlos Antonio Gutiérrez Martínez  
Presidente  
Geofísica

Dra. Rosa María Prol Ledesma  
Presidente  
Geológica

Dr. Miguel Estrada Guzmán  
Presidente  
Industrial

M en I Marcelo López Parra  
Presidente  
Mecánica y Mecatrónica

Dr. José Luis Lee Moreno  
Presidente  
Minas y Metalurgia

Dra. Angélica del Rocío Lozano Cuevas  
Presidente  
Municipal y Urbanística

M.C. Rosendo Jesús Escalante Ilizaliturri  
Presidente  
Naval

Dra. Pamela Fran Nelson  
Edelstein  
Presidente  
Nuclear

Dr. Carlos Pérez Téllez  
Presidente  
Petrolera

Ing. Rodolfo del Rosal Díaz  
Presidente  
Química

Dr. Reyes Juárez del Ángel  
Presidente  
Sistemas

## COORDINADORES DE PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS

M.I. Álvaro Ernesto Sampedro y Garibay  
Coordinador  
Alimentos y Desarrollo Rural

Dra. María Odette Lobato Calleros  
Coordinadora  
Competitividad e innovación

M. I. Mario Ignacio Gómez Mejía  
Coordinador  
Educación e investigación en ingeniería

Dr. José Luis Aburto Ávila  
Coordinador  
Energía y Sustentabilidad

Ing. Oscar Luis Valle Molina  
Coordinador  
Infraestructura, transporte y ciudades

Dr. Guillermo José Aguirre Esponda  
Coordinador  
Manufactura y Servicios

Dr. Antonio Alonso Concheiro  
Coordinadora  
Prospectiva y Planeación

Ing. Erwin Adolfo Fritz de la Orta  
Coordinador  
Recursos Naturales y Cambio Climático

Dr. José Salvador Echeverría Villagómez  
Coordinador  
Región Bajío

Ing. René Augusto Solinís Noyola  
Coordinador  
Región Jalisco

Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses  
Coordinador  
Salud

## CONSEJO EDITORIAL

## COMITÉ 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

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

## SECRETARIOS

Dr. Pablo Gortares Moroyoqui  
Alimentos y Desarrollo Rural

Dr. Juan Gualberto Limón Macías  
Ambiental

Vacante  
Civil

Ing. Carlos Federico Goettfried Joy  
Competitividad e innovación

M. C. Miguel Sánchez Meraz  
Comunicaciones y Electrónica

Ing. Rafael Rodríguez Nieto  
Educación e investigación en ingeniería

Dr. Gerardo Hiriart Le Bert  
Eléctrica

Dra. Gabriela Eleonora Moeller Chávez  
Energía y Sustentabilidad

Ing. Juan Manuel Espinosa Aranda  
Geofísica

Dr. Salvador Ortuño Arzate  
Geológica

Ing. Jesús Emilio Foullón Gómez  
Industrial

Dr. Francisco Leonel Silva González  
Infraestructura, transporte y ciudades

Dr. Nelson Federico Garza Montes de Oca  
Manufactura y Servicios

Dr. Rafael Colás Ortiz  
Mecánica y Mecatrónica

M.I. Luis Enrique Maumejean  
Sistemas

Ing. Jorge E. Ordóñez Cortés  
Minas y Metalurgia

Dr. José Roberto Mario Magallanes Negrete  
Municipal y Urbanística

Dr. Jesús Navarro Parada  
Naval

Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez  
Nuclear

Dr. Herón Gachuz Muro  
Petrolera

Dr. Oscar Monroy Hermosillo  
Prospectiva y Planeación

M.I. Luis Miramontes Vidal  
Química

Dr. Enrique Coconi Morales  
Recursos Naturales y Cambio Climático

M.I. Antonio Sierra Gutiérrez  
Región Bajío

Ing. José Napoleón Jaramillo Rodríguez  
Región Jalisco

Dr. Víctor Manuel López López  
Salud

M.I. Luis Enrique Maumejean  
Sistemas

# Academia de Ingeniería México

En movimiento

**4** Ceremonias de  
Nombramiento  
como Académico  
de Honor

**33** Ceremonias  
Protocolarias  
de Ingreso

**4** Homenajes  
Póstumos

**53** Ediciones del  
Martes de la  
Academia de  
Ingeniería

**4** Ediciones del  
Conversatorio  
MILCA

**1** Coloquio  
Internacional

**1** Congreso  
Bienal

**5** Eventos  
Generales





# Cambio **CLIMÁTICO**

# El papel de los residuos orgánicos urbanos en la transición energética y el cambio climático.

Dr. Óscar Monroy Hermosillo  
Comisión de Especialidad en  
Ingeniería Ambiental

## Resumen

La generación de residuos sólidos orgánicos (RSO) en las urbes, donde se concentra el 68% de la población, es de 0.5 kg/hab.día(1). La energía en forma de metano comprimido que producirían estos residuos procesados mediante la digestión anaerobia en dos etapas (DA2E) es de alrededor de 8 TWh/año o 96 kWh/hab.año que es apenas 70 ppm de la cantidad usada por el autotransporte o el 5% de la energía usada, principalmente como gas licuado, por los sectores residencial, de servicios y público. Aunque la energía proveniente de esta fuente no tendría un impacto en la generación de energía total, de manera puntual podría sustituir la demanda de combustibles fósiles por el sector del manejo de la basura haciéndolo más sustentable y útil a la sociedad.



## Energía a partir de los residuos sólidos orgánicos

En plantas de tratamiento de 500 T/d de RSO para dar servicio a un millón de habitantes, mediante el proceso DA2E es posible obtener 20 T de metano comprimido (GMC) con un potencial energético de 280 MWh y 37 T de gas carbónico embotellado (GCE) con una inversión de \$ 228 millones MN(2, 3) y un tiempo de recuperación de la inversión de 11 años. El 22% del metano obtenido sería usado en el transporte de la basura y en generación de electricidad para la molienda y compresión de los gases y el resto puede venderse al precio equivalente del GLP (\$ 20/kg). El otro subproducto son 150 T de un mejorador de suelos(4) con 20% de sólidos que contiene 3% de N (1 T de N-amonio/día).

Pensando en usar el potencial de generar metano de la basura de las 25 zonas metropolitanas (ZM) más grandes del país (Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Puebla, Toluca, Tijuana, León, Querétaro, Ciudad Juárez, Torreón, Mérida, SLP, Aguascalientes, Mexicali, Cuernavaca, Culiacán, Morelia, Chihuahua, Veracruz, Hermosillo, Cancún, Tampico, Acapulco, Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa)(5), donde habita el 49% de la población del país (126,014,024 hab.)(6). Es posible producir diariamente 1,638 T de GMC para generar hasta 0.00837 PWh/año.





## Producción nacional de energía

En la estructura energética del país la energía generada (1.97 PWh) es el 68% de la energía requerida o consumida. El 82% proviene de hidrocarburos y 15% de renovables (4.9% la biomasa, 4% el hidroeléctrico, 5.7% las energías: eólica, fotovoltaica y geológica). El sector transporte es el que más energía consume (52%), y estaría concentrado en las ZM donde la movilidad por transporte colectivo eficiente (metro, metrobús, RTP) está cobrando importancia y se tienen servicios de drenaje, recolección de basura y de comunicación más o menos eficientes. Este breve análisis sugiere que la energía que podría obtenerse de los RSO es tan baja (0.4% de la energía generada total) que, para causar un impacto efectivo esta debía centrarse en el sector de la gestión integral de basura. En las 25 ZM más grandes se podrían instalar 61 plantas de tratamiento de RSO de 500 T/d distribuidas en el centro de comunidades de un millón de habitantes con un radio de alrededor de 6 km con objeto de reducir viajes y recibir diariamente alrededor de 50 viajes de camiones de 10 T. El GMC excedente puede destinarse a los sistemas de metrobús que se encuentran en las ZM. Por ejemplo, en el Valle de México hay 835 unidades que en el mes de abril transportaron a 32 millones de pasajeros recorriendo 5.3 millones de km(8) que pueden ser atendidos con el 78% del GMC producido en las aproximadamente 21 PTRSO, que aportarían 4,861 MWh equivalentes a 380 T de GLP, que daría un rendimiento de 2.15 km/kg GMC.

## Conclusión

Es posible hacer sustentable el procesamiento de los RSO al interior de las ciudades en compactas plantas de tratamiento pues los productos (GMC, GCE y biosólidos) pueden ser aplicados para la operación total del manejo de basura orgánica (la inorgánica se puede financiar con la venta de reciclables) y el remanente para operar el transporte público eficiente. La generación de biosólidos es una forma de restituir suelo al agro mexicano. Este proyecto solo puede hacerse con la participación pública en programas de separación de los residuos en el origen (hogares, locales de comercio, fábricas, etc.), esfuerzo que sería ampliamente compensado con los beneficios como serían, además de los mencionados la estética de la ciudad, evitar el consumo de combustibles fósiles y por tanto la generación exógena de gas carbónico, una reducción en las tarifas metrobús por el uso de un combustible producido por la participación ciudadana y la generación de empleos e innovación.

## Referencias

- 1 [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.htmlhttps://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.htmlhttps://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P)
- 2 Ramírez F, Campuzano R., Hernández M.E., Pfeiffer H., Vargas J., Sánchez A. De La Torre R., Pérez R., Santana G.E., Fritz E.O., Viniegra A., Maldonado A. and Monroy O (2019) Procesamiento sostenible de biogás como respuesta al cambio climático, Premio Pablo Mulás del Río 2019, Academia de Ingeniería México A.C.
- 3 Florina Ramirez Vives, Oscar Armando Monroy Hermosillo y Reyna Isabel Rodríguez Pimentel Sistema en serie para la degradación anaerobia de residuos sólidos orgánicos y de aguas residuales. Solicitud de Patente MX/a/2017/015431 del 30 noviembre de 2017. Título de patente 396862. Fecha de expedición: 18 octubre 2022
- 4 R. Espinosa-Salgado, G. Saucedo-Castañeda & O. Monroy-Hermosillo (2020) Composting a digestate from the organic fraction of urban solid wastes. Revista Mexicana de Ingeniería Química 19, Sup. 1: 1-8, <https://doi.org/10.24275/rmiq/IA1236>, ISSN 1665-2738, ISSN-e: 2395-8472
- 5 [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:%C3%81reas\\_metropolitanas\\_de\\_M%C3%A9xico](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:%C3%81reas_metropolitanas_de_M%C3%A9xico)
- 6 <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- 7 <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cveca=IE7C03>
- 8 <https://www.inegi.org.mx/temas/transporteurb/#Tabulados>

# Semblanza



## Dr. Óscar Armando Monroy Hermosillo

Realizó sus estudios de Ingeniero Químico en la Facultad de Química, UNAM (1969-1973), la Maestría en Ciencias de Ingeniería Ambiental y Utilización de Recursos, en la Universidad de Strathclyde, Escocia, Reino Unido (1974-1976) y Doctorado en Biotecnología en la Facultad de Química, UNAM (1998).

Es miembro del Departamento de Biotecnología, Profesor Distinguido de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Presidente de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía (CCRAyC), Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III, Socio Honorario de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, Miembro Regular de la Academia Mexicana de Ciencias (1998), presidente de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Ambiental de la Academia de Ingeniería e integrante del grupo de trabajo de Digestión Anaerobia de la International Water Association.

Ha sido Rector de la UAM, Unidad Iztapalapa (2006-2009), Presidente Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía (2006-2008), Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-I 2004-2006, Coordinador del Posgrado en Biotecnología de la UAM-I, de 1992 a 1994 y de 2000 a 2004, Director de Investigación en el Instituto Francés de Investigación en Cooperación (IRD) en Montpellier, Francia durante estancias en 1996 y 1997, Investigador Invitado en el Depto. de Biotecnología del Cranfield Institute of Technology, Inglaterra (1990), Jefe Departamento de Biotecnología de la UAM-Iztapalapa de 1984 1988, Jefe del Departamento de Alimentos de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI) en 1983, Profesor Ayudante de la Facultad de Química y Ayudante Investigador, Instituto de Geofísica de la UNAM, 1973-1974.

# La industria del cemento y sus posibilidades de captura de CO<sub>2</sub>.

Dr. Moisés Dávila Serrano

Académico Titular de la Comisión de Especialidad de Ingeniería Geológica

La Industria del cemento produce entre el 5 y 7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> antropogénico que existe en la atmósfera. En México, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria del cemento ocupan el tercer lugar, sólo después de la generación eléctrica y la industria del petróleo. En la opinión de la Agencia Internacional de Energía, las emisiones globales de CO<sub>2</sub> de la industria del cemento, deben disminuirse de 2.4 a 1.55 Gt como mínimo, para cumplir con su cuota de reducción de GEI para mediados de siglo XXI. Uno de los mecanismos que se han propuesto para lograr la meta es la captura con almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> (CCS). El CCS puede significar el retiro de más del 90% del CO<sub>2</sub> de las emisiones provenientes tanto de la combustión en el horno de la producción de clinker, como de la conversión química de la caliza en cal, propia del proceso.

México tiene una capacidad instalada para producir cemento de 60 Mt/año. Si se toma la producción real de 2015 que fue de aproximadamente 45 Mt en 2015, los cuales, al considerar 0.8 tCO<sub>2</sub> emitido por tonelada de cemento producido como tasa media de emisión (0.65 – 0.95 tCO<sub>2</sub>/t Cemento) significarían 36 Mt/CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera anualmente por el sector.

Las materias primas que constituyen el cemento son rocas calcáreas como calizas, margas o cretas que se calcinan y convierten en óxido de calcio (cal) constituyendo el primer proceso que emite CO<sub>2</sub> (hasta el 60% del CO<sub>2</sub> que se emite en el proceso de fabricación de cemento). Esto requiere de aproximadamente dos tercios de la demanda de energía del proceso y emite el CO<sub>2</sub> en la misma proporción. Mientras que el resto proviene de la combustión que requiere el horno para hacer la última mezcla de la cal con diferentes silicatos hasta formar el clinker.

Actualmente se encuentran en fase de planeación varias plantas a escala comercial en el mundo y al menos dos a escala piloto. Una planta piloto opera en China desde 2019 en la provincia de Anhui y es propiedad de la compañía cementera Abhui Conch Cement. Captura 50 ktCO<sub>2</sub>/año. La planta costó 10 MUSD, separa sólo una pequeña cantidad del CO<sub>2</sub> producido anualmente (1.5 MtCO<sub>2</sub>/año).



La rentabilidad de los proyectos que capturan CO<sub>2</sub>, depende del uso que se dé al bióxido de carbono una vez separado del resto de los gases exhaustos. Entre los principales usos destacan: producción de urea, metanol, carbonatos orgánicos, poliuretanos, la industria de alimentos y la recuperación mejorada de hidrocarburos (EOR). Un caso especial de uso de CO<sub>2</sub> proveniente de la industria del cemento es el proyecto Skyonic en el estado de Texas, EE. UU., que producirá bicarbonato de sodio, en lugar de almacenarlo geológicamente. Actualmente está en construcción y con ella evitará la emisión directa de 75 ktCO<sub>2</sub>/año del gas de combustión de la planta de cemento. Además, evitará la emisión indirecta de otras 200 ktCO<sub>2</sub>/año porque las sustancias químicas producidas con su bicarbonato de sodio pueden fabricarse utilizando menos energía que con los procesos de producción tradicionales. La planta costará entre 75 y 100 MUSD. En la opinión de Skymine, la conversión del CO<sub>2</sub> a baking soda es más práctica que el almacenamiento geológico, además de su rentabilidad asegurada.

El cemento mexicano es ampliamente reconocido en el mercado mundial por sus altos estándares de calidad se

logra con más de 30 plantas distribuidas a lo largo del país y aglutinadas en siete marcas y consorcios (figura 1). Esa distribución es una ventaja que tendría de cara al uso que se pudiera dar al CO<sub>2</sub> capturado, sobre todo en las plantas localizadas en el oriente del país en donde existen opciones de uso en las diferentes zonas de inclusión, sobre todo donde hay posibilidades de asociar el almacenamiento a procesos de EOR en varios de los campos petroleros maduros en las Cuencas Petroleras de Tampico-Misantla, Veracruz y Sureste (figura 2)



Figura 1. Localización de las plantas productoras de cemento en México por marca.

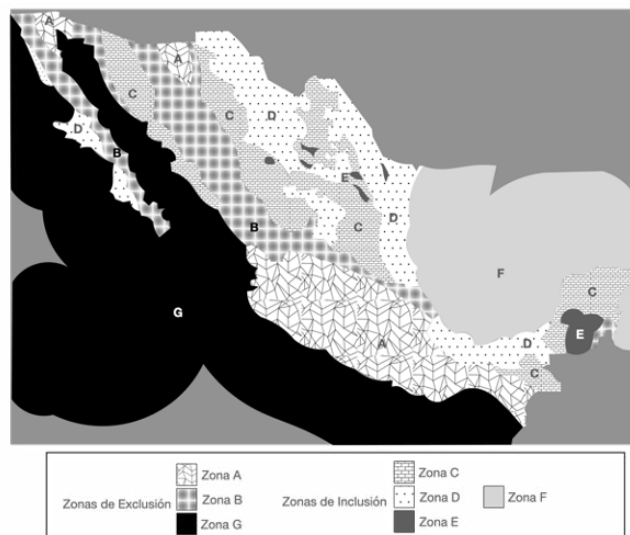


Figura 2. Zonas de inclusión y exclusión para el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> en México.

# Semblanza



## Dr. Moisés Dávila Serrano

Cuenta con más de 43 años de experiencia en estudios de ingeniería geológica. Es ingeniero geólogo con maestría en ingeniería y doctorado en ciencias.

Hasta 2013 fue Subgerente de Exploración Geológica en la Comisión Federal de Electricidad, en donde laboró por 33 años y realizó y condujo múltiples estudios con enfoque en la ingeniería geológica aplicada a la construcción.

Es autor de los libros: Geología Aplicada a la Construcción de Infraestructura y Geología Ambiental.

Es socio fundador y secretario de la Fundación Pro Ciencias de la Tierra. En la Academia de Ingeniería es Académico Titular desde 2011, en donde presidió la Comisión de Especialidad de Ingeniería Geológica durante el biénio 2016 -2018.

De 2013 a 2014 fue Líder de la Iniciativa de Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub> en el Gobierno de México.

Actualmente es catedrático de las asignaturas de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil y Proyectos de Ingeniería Geológica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y Consultor Independiente en Ingeniería Geológica y Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>.



Martes de la  
**ACADEMIA**

# Transición energética con energía nuclear en México

Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez

Reseña basada en la conferencia del Martes de la Academia del 29 noviembre 2022

La energía nuclear se genera en los reactores en los que se producen de manera controlada las reacciones de fisión nuclear. Sin emisiones de CO<sub>2</sub> se libera una gran cantidad de energía que puede ser aprovechada en forma de calor y electricidad.

Gracias al uso de la energía nuclear en Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, Corea y el resto del mundo, se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> que se han evitado en el periodo 1990-2020 suman aproxima-

damente 66.1 giga-toneladas (IEA, 2022). Por lo anterior, la energía nuclear ha jugado un papel muy relevante en la transición energética y el combate al cambio climático. En el año 2022, en 13 países la energía nuclear participó con al menos 20% de la electricidad anual, en 11 países con al menos 30%, en 5 países con al menos 40%, en 2 países con al menos 50% y en Francia con 62.5% (pris. iaea.org). Esto muestra que la penetración de la energía nuclear en los sistemas eléctricos es confiable y flexible. Durante varios años la energía nuclear ha ocupado el segundo lugar

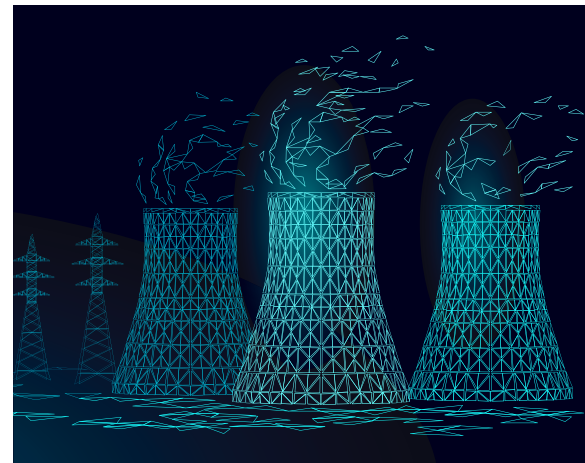
en participación a nivel global como fuente de energía limpia, después de la hidroelectricidad y seguida de la energía eólica y solar. También, durante varios años las estadísticas reportan que los países de Europa que cuentan con energía nuclear tienen por lo general precios de electricidad menores, lo que muestra la competitividad de la tecnología nuclear comparada con otras. Basta mencionar que los precios de la electricidad en Francia son de los más bajos en Europa.

A nivel mundial el factor de planta de las diferentes tecnologías de generación eléctrica



varía en función de los perfiles de carga, de la penetración de las energías renovables, de los perfiles del comportamiento de los recursos solar y eólico, de los precios y la disponibilidad de los combustibles de las plantas convencionales. Influyen también sobre el factor de planta las políticas ambientales y de seguridad energética que se adopten en cada país. La energía nuclear tiene el registro de mayores factores de planta cuando se le compara con tecnologías eólica, solar, hidroeléctrica y de combustible fósil. Esto representa una gran ventaja sobre la confiabilidad de suministro y los costos nivelados de generación eléctrica. Otra ventaja es que el uso de suelo es muy bajo debido a su gran densidad energética, lo cual hace que los impactos ambientales y sociales sean de los más bajos de todas las plantas de generación eléctrica. La generación de empleos de altos ingresos es otro beneficio de la energía nuclear. La experiencia de los países que tienen desarrollos nucleares es que se han beneficiado por la detonación de empresas de alta tecnología que son proveedoras de equipos y servicios de las plantas nucleares. Una de las preguntas más frecuentes sobre la energía nuclear es qué se hace con los desechos radiactivos del combustible usado en los re-

actores. Cabe señalar que la energía nuclear, por su alta densidad energética, produce muy pocos residuos cuando se les compara con otras tecnologías. El combustible nuclear es descargado del reactor cuando se encuentra gastado y no puede seguir produciendo energía al ritmo requerido por la planta nuclear. Dado que los combustibles gastados contienen materiales radiactivos, siempre se mantienen bien contenidos y supervisados para proteger a los trabajadores que operan y mantienen la planta. Los combustibles gastados se almacenan en las albercas con agua en el edificio del reactor y después de 10 a 20 años se pasan a una instalación independiente (generalmente en la misma central nuclear) con contenedores para almacenamiento en seco en los que pueden permanecer hasta 100 años. Existen soluciones para la disposición final de más largo plazo en almacenamientos geológicos profundos, sin embargo, los residuos todavía contienen materiales nucleares (uranio, plutonio y otros) que se pueden reciclar en formas de combustibles para reactores avanzados. Otra objeción que hacen a la energía nuclear son los accidentes severos que, aunque sean prácticamente sólo tres en la historia de la operación de reactores nucleares, han cau-



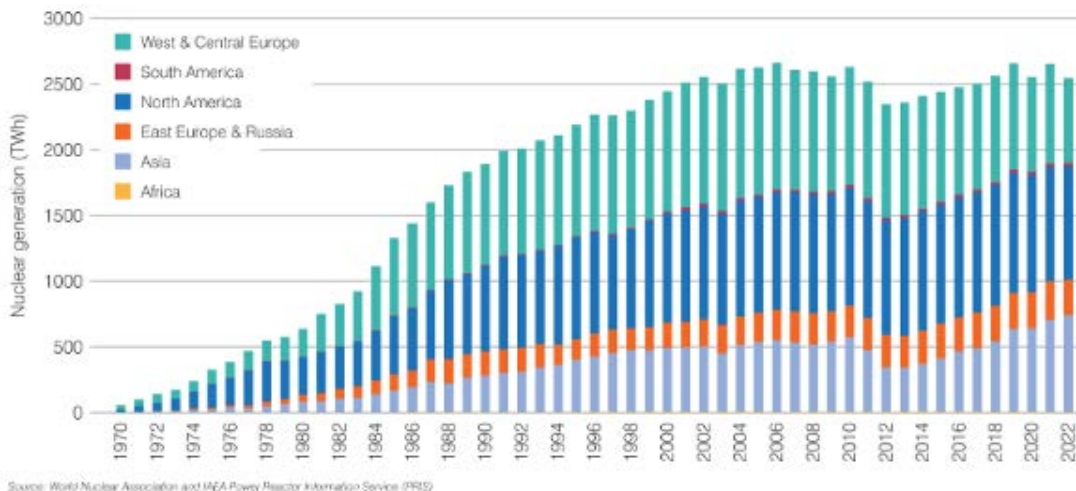
sado mucha aversión a su utilización. Todas las fuentes de energía tienen efectos negativos, pero difieren en magnitud. Varios estudios muestran que los combustibles fósiles son los más sucios y peligrosos, mientras que las fuentes de energía renovables y la nuclear son mucho más limpias y también seguras. La energía nuclear junto con la hidroeléctrica, eólica y solar han causado considerablemente menos muertes por accidente y por daños a la salud. (Ver gráfica original de Our World in Data, la cual muestra datos sobre seguridad (tasa de muertes por accidentes y contaminación del aire cuantificadas por tera-watt-hora (TWh) de electricidad) y emisiones de gases de efecto invernadero (cuantificadas en giga-toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente por giga-watt-hora de electricidad) provenientes de análisis de ciclo de vida de las diferentes tecnologías de generación eléctrica.





Fuente: <https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy>

Hace 45 años México tuvo un plan nuclear que involucraba varias etapas de desarrollo tecnológico y comprendía diseño de reactores nucleares y su ciclo de combustible. El plan fue suspendido cuando apenas estaba naciendo, entre los motivos destacan: la falta de capacidad de financiamiento, el descubrimiento de extensas reservas de petróleo en México, y la opinión de grupos de antinucleares que se sirvieron del accidente de la planta nuclear de Tres Millas en EE.UU. para opinar en contra de la entonces joven tecnología nuclear, que competía con las tecnologías ya maduras basadas en combustibles fósiles. Sin embargo, hoy la energía nuclear forma parte de las tecnologías maduras (Ver la gráfica con información de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) de la generación de electricidad por energía nuclear desde el año 1970 hasta el año 2022 con la aportación de las diferentes regiones del mundo en tera-watts-hora anuales). La energía nuclear contribuye de manera significativa con muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos en 2015 por la Organización de Naciones Unidas, como un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que, para el 2030, todas las personas disfruten de paz y prosperidad.



Source: World Nuclear Association and IAEA Power Reactor Information Service



En México se tiene una central, en Laguna Verde, Veracruz, con dos reactores nucleares que suman una capacidad instalada de 1,806 mega-watts eléctricos y genera cerca del 3.5% de la electricidad anual del sistema eléctrico nacional. La primera unidad entró en operación en 1990 y actualmente cuenta con una licencia de operación hasta el año 2050. La segunda entró en operación en 1995 y su licencia está vigente hasta el año 2055. La central nuclear de Laguna Verde ha recibido varios reconocimientos por su excelente desempeño operativo. Lo más valioso es que ha evitado la emisión de gases de efecto invernadero y ha generado empleo de calidad en nuestro país. Esta planta se puede visitar y es considerada un atractivo turístico <https://www.lugaresturisticosdeveracruz.com/alto-lucero/laguna-verde-mexico/>.

En varias ediciones pasadas del PRODESEN (Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional) y del PAMRNT (Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Nacionales de Transmisión) se han presentado prospectivas de la expansión del sistema

eléctrico nacional, en las que los escenarios estudiados contemplaban la participación gradual de la energía nuclear hasta llegar a tener en el año 2050 del orden de 11.5 giga-watts eléctricos instalados. Algunas de las ideas que se han analizado para proponer el despliegue de esta capacidad nuclear, es mediante los reactores de Generación III+ de tamaño grande o con reactores modulares pequeños (SMR por sus siglas en inglés). En el mundo hay varios reactores nucleares grandes que se encuentran operando y otros en construcción, y podrían ser la opción para adiciones de capacidad en Laguna Verde. Otra excelente alternativa son los SMRs con ventajas adicionales al ser centrales con módulos (reactores) de menor potencia que brindan mayor seguridad, además de flexibilidad de operación y versatilidad de estrategias financieras para pagar los costos de inversión. Los sitios para la instalación de SMRs en México pueden tener las características de cualquier planta térmica. Incluso sería conveniente instalar SMRs en Laguna Verde y en sitios en donde actualmente se encuentran plantas carboeléctricas o termoeléctricas convencionales que conviene retirar por tratarse viejas centrales generadoras, muy contaminantes, con costos de operación y mantenimiento elevados.

La Comisión de Especialidad de Ingeniería Nuclear de la Academia de Ingeniería México propone conformar un Grupo Asesor en Tecnología Nuclear para la definición e implementación de un plan nuclear en México. Recomienda usar las metodologías de análisis de escenarios desarrolladas por INPRO, <https://www.iaea.org/services/key-programmes/international-project-on-innovative-nuclear-reactors-and-fuel-cycles-inpro>. Sugiere participar en la "Climate Neutral Now Initiative", <https://unfccc.int/climate-neutral-now>. El objetivo es impulsar la energía nuclear en México para acelerar la transición energética y cumplir con los compromisos de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, COP 27 realizada en 2022.

#### **Agradecimientos:**

A la Universidad Nacional Autónoma de México el apoyo financiero brindado a través del proyecto PAPIIT IT102621 Modelación de la Transición Energética para Evaluar los Beneficios Económicos, Ambientales y Sociales en México al 2030. A la Agencia Internacional de Energía Atómica por la asesoría técnica ofrecida a través del proyecto Escenarios de Despliegue Sostenible de Reactores Modulares Pequeños (ASENES).

# Semblanza



## Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez

La Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez es Ingeniera en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, es Ingeniera Nuclear por el Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares de Saclay, Francia y Doctora en Ciencias Físicas en Ingeniería Nuclear con mención honorífica por la Universidad de París XI. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, de la Academia de Ingeniería México y de la Academia Mexicana de Ciencias, así como de varios colegios y asociaciones de profesionales de ingeniería y ciencias.

Cecilia inició su carrera profesional en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), colaborando con el desarrollo de un programa nacional de energía nuclear. Posteriormente, trabajó para el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) ahora Instituto Nacional de Energías Limpias y Electricidad (INEEL) apoyando a los proyectos que tenía ese centro de investigación para la óptima gestión del combustible de los reactores nucleares en México. Desde 1999 es Profesora de Carrera en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) donde además de sus actividades de docencia e investigación ha tenido bajo su cargo importantes proyectos de vinculación. Ejerció la dirección del proyecto de Desarrollo del Sistema de Modelación Integral del Sector Energético para la Secretaría de Energía (SENER), en el cual coordinó las actividades de un grupo multidisciplinario en áreas de macroeconomía y modelación de sistemas energéticos. Con esa experiencia, en el año 2018 propuso la creación de la Unidad de Planeación Energética de la Facultad de Ingeniería, de la cual es actualmente la directora general. Desde el primero de agosto de 2023 fue designada jefa del Departamento de Sistemas Energéticos en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

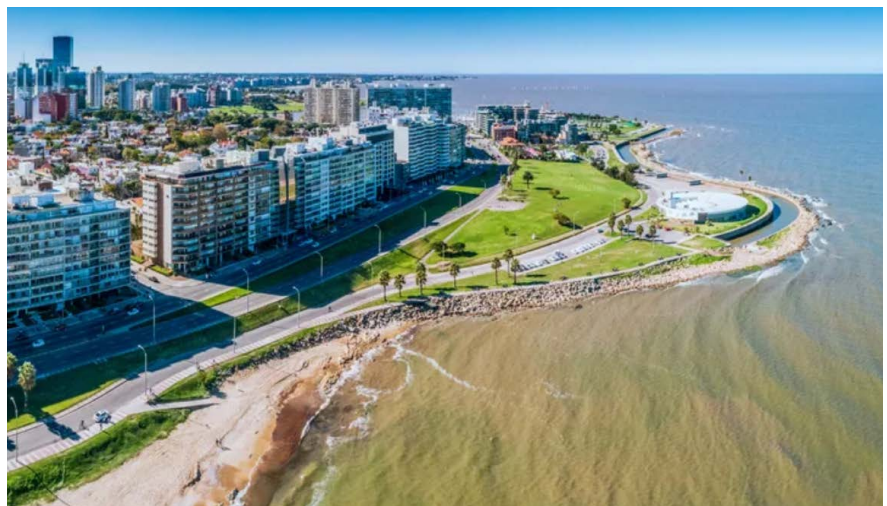
# La transición energética en Uruguay y en otros países

Dr. Ramón Méndez Galain

Se está viviendo un cambio climático que no tiene parangón en la historia y que inequívocamente es de origen humano, el problema de esto es que tiene impactos cada vez mayores. Por ello, es imperante descarbonizar y eliminar los gases de efecto invernadero, ya que esto no sólo tiene un impacto ambiental sino también económico, por lo que cada nación tendrá que encontrar el camino para hacerlo, aseveró el Dr. Ramón Méndez Galain, Director Ejecutivo de la Asociación Ivy. El líder internacional, quien fue invitado por la AI a México, abordó la experiencia en Uruguay que ha sido una referencia para lograr la transición energética hacia las energías renovables de manera sostenible. Gracias a su política energética 2008-2030, se ha logrado una matriz energética con 98% de energías renovables, la cual incluye una participación de hasta 95% de energía eólica y 67% de fuentes renovables en la matriz primaria global del país; este proceso atrajo inversiones por más U\$5,000 millones de dólares (10% del PBI de

Uruguay), redujo en 40% de los costos medios de generación y permitió la creación de 50,000 puestos de trabajo. Para poder conseguirlo, la estrategia atacó tres ejes principales: se definió una política multidimensional de largo plazo acordada por todos los partidos políticos; se generó un ecosistema transformador; y el Estado coordinó una participación privada-pública. La política energética fue multidimensional, estuvo integrada de factores económicos, tecnológicos, geopolíticos, ambientales, éticos, sociales y culturales. La conformación de un ecosistema transformador fue fundamental en este proceso, pues se fortalecieron las

capacidades legales, presupuestales y técnicas del poder ejecutivo, además se blindaron a las empresas públicas energéticas. La transición energética uruguaya logró romper con algunos paradigmas al complementar diferentes fuentes, permitiendo operar un sistema casi 100% renovable; fortalecer el liderazgo estatal al sumar la participación privada al servicio de la política pública y por tanto bajar los costos. A su vez se construyó un relato "nacional" el cual fue una pieza clave ya que permitió construir un acuerdo político y social que trascendió al gobierno, así como darle continuidad al proceso de cambio.





## Sobre el **Dr. Ramón Méndez Galain**

Es licenciado en Física por la Universidad de Grenoble y Doctor en Física por la Universidad de La Plata. El Dr. Méndez es reconocido mundialmente por liderar el diseño y la implementación de políticas públicas disruptivas que han logrado la transición energética hacia las energías renovables.

La revista Fortune lo incluyó en la lista de los 50 principales líderes mundiales del año 2016, por "mostrar que es posible descarbonizar una economía". En Uruguay, entre 2008 y 2015 fue Director Nacional de Energía siendo el responsable del diseño de la Política Energética de Uruguay 2008-2030.

Para ver la charla completa transmitida el pasado 10 de febrero puedes hacerlo en <https://www.youtube.com/watch?v=4jp2TJZ1NKI&t=2909s>





# CONVERSATORIO

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



**Jetzabeth Ramírez**

### CONversa con

El menor número de mujeres que estudian y ejercen la ingeniería respecto al número de hombres, así como diferencias salariales y de oportunidades de desarrollo, tanto en México como en otras partes del mundo, dan muestra del actual panorama que exige poner en marcha acciones que fortalezcan la presencia de las mujeres en las carreras de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, pues constituyen los empleos del futuro para fomentar el desarrollo sostenible, asegura la Dra Jetzabeth Ramírez Sabag, líder del programa Mujeres Ingenieras Líderes en su Campo de Acción (MILCA).

Y es que como ejemplo de esta brecha, de acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), de los más de 924 mil estudiantes



### Nuestros Conversatorios



**Mónica Barrera**



**Carmen Armenta**



**Pamela Nelson**



**Angélica Lozano**

inscritos en las carreras de ingeniería de las universidades del país durante el ciclo escolar 2020-2021, apenas 291 mil son mujeres y según datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), tan sólo el 22 % de profesionistas en el sector de la ingeniería son mujeres.

En este contexto, MILCA busca impulsar la formación de jóvenes ingenieras que contribuyan a la sustentabilidad y desarrollo de México, a través del liderazgo y la inclusión; para ello, una de sus acciones es la creación de un conversatorio mensual donde mujeres desacatadas hablen sobre su actividad profesional. Durante la inauguración de la serie CONversa, la Dra. Mónica Barrera Rivera, actual Presidenta de la Academia de Ingeniería México y la primera mujer en ostentar este cargo, sostiene que para incrementar la participación de las mujeres en esta ciencia, el papel de esta institución es fundamental, ya que no sólo es un bastión de conocimientos sino también ayuda a construir redes de apoyo desde la sororidad.

Por su parte, la Dra. Rocío Lozano Cuevas, Presidenta de la Comisión de Especialidad de Ingeniería Municipal y Urbanística, mencionó durante su participación en CONversa que de acuerdo con datos del primer trimestre del 2022 de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), el 78% de profesionistas en la ingeniería son hombres y el 22% son mujeres y durante el 2022 la UNAM afirma en un estudio que los títulos de maestría y doctorado otorgados para las áreas físico-matemáticas e ingenierías, corresponden en un 18.1% a mujeres.

El informe señala que durante 2021 las carreras de ingeniería con mayor titulación femenina son las vinculadas a la ingeniería industrial (40%), computación (35%), petrolera (34%), geología (24%) y la ingeniería geofísica (24%). Las que tienen menos participación femenina son las ingenierías vinculadas con metalurgia (7%), sistemas biomédicos (4%) e ingeniería mecánica-eléctrica (1%).



Uno de los principales retos a vencer es que los alumnos pierdan el miedo a las matemáticas, y como ejemplo, un estudio de la OCDE indica que sólo 1 de cada 100 estudiantes tiene un nivel alto de competencia en matemáticas y 56% mantiene un nivel bajo de conocimiento, manifestó la Dra. Pamela Nelson Fran Edelstein, Presidenta de la Comisión de Especialidad de Ingeniería Nuclear.

Para lograrlo, es necesario provocar en las infancias, principalmente en las niñas, el interés por las STEM a través de diversas acciones de formación, además, es necesario incluir programas de equidad de género para lograr una nueva generación de ingenieros incluyentes y con conciencia social, concluye la Dra. Carmen Enedina Rodríguez Armenta, Directora General de Educación Superior Universitaria.







# Ingresos a la Academia **DE INGENIERÍA MÉXICO**

# Ingresos

| No. | Fecha                 | Nombre                                 | Comisión                                   | Título  | Link  |
|-----|-----------------------|--|--|---|---|
| 1   | 04 de agosto 2022     | Mtro. José Luis Ponce López            | COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA               | El papel de la ANUIES y las Tecnologías de la Información y la Comunicación   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FwL_ZnNOT4nU">https://www.youtube.com/watch?v=FwL_ZnNOT4nU</a> |
| 2   | 11 de agosto 2022     | Dr. Leopoldo González González         | MECÁNICA Y MECATRÓNICA                     | Acciones y estrategias para impulsar el desarrollo integral y la competitividad del sector aeronáutico en México  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=F2w1vWMOHD">https://www.youtube.com/watch?v=F2w1vWMOHD</a>     |
| 3   | 01 de septiembre 2022 | M.C. Celso Morales Muñoz               | CIVIL                                      | Gestión de riesgos en el sector marítimo portuario  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=O_60CevnDl0">https://www.youtube.com/watch?v=O_60CevnDl0</a>   |
| 4   | 31 de octubre 2022    | Mtro. Juan Manuel Delgado Amador       | PETROLERA                                  | Retos y soluciones en la implementación exitosa de un contrato de licencia para la extracción en asociación con Pemex, área contractual ogario  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=A7X1DixmCFE">https://www.youtube.com/watch?v=A7X1DixmCFE</a>   |
| 5   | 08 de diciembre 2022  | Dra. Elia Mercedes Alonso Guzmán       | CIVIL                                      | La ingeniería en la conservación del patrimonio histórico   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OMP-AAvTluk">https://www.youtube.com/watch?v=OMP-AAvTluk</a>   |
| 6   | 09 de febrero 2023    | Ing. Gumaro Lizárraga Martínez         | CIVIL                                      | Carreteras de cuota   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=vFTGKfUuTM">https://www.youtube.com/watch?v=vFTGKfUuTM</a>     |
| 7   | 16 de marzo 2023      | Dr. Eduardo Rincón Mejía               | MECÁNICA Y MECATRÓNICA                     | Un criterio heurístico para el truncamiento óptimo de concentradores solares de óptica aneodólica   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=05CnzrR1EJc">https://www.youtube.com/watch?v=05CnzrR1EJc</a>   |
| 8   | 17 de marzo 2023      | Dr. Abel Hernández Guerrero            | MECÁNICA Y MECATRÓNICA                     | Contribuciones mexicanas a sistemas de disipación de energía  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=pyBSn65aHgg">https://www.youtube.com/watch?v=pyBSn65aHgg</a>   |
| 9   | 23 de marzo 2023      | Dr. Héctor Arturo Ruiz Leza            | AMBIENTAL                                  | Biorefinerías para la producción de biocombustibles y compuestos de alto valor agregado a partir de biomasa lignocelulósica y acuática, ingeniería y operaciones en la planta piloto de la Universidad Autónoma de Coahuila | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8G3rOurVyd4">https://www.youtube.com/watch?v=8G3rOurVyd4</a>   |
| 10  | 14 de abril 2023      | Dr César Ángeles Camacho               | AMBIENTAL                                  | Desarrollo de un sistema de gestión energética para una red de media tensión  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=G17K4FabYO">https://www.youtube.com/watch?v=G17K4FabYO</a>     |
| 11  | 26 de abril 2023      | Ing. Gala Margarita Roque Domínguez    | COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA               | Control de proyectos para mejorar el desempeño de los proyectos de ingeniería   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wz3Wivr0ZSO">https://www.youtube.com/watch?v=wz3Wivr0ZSO</a>   |
| 12  | 27 de abril 2023      | Dr. José De Anda Sánchez               | AMBIENTAL                                  | Diagnóstico de calidad del agua en la cuenca del Río Santiago, Guadalajara  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wEOY61jg7r4">https://www.youtube.com/watch?v=wEOY61jg7r4</a>   |
| 13  | 28 de abril 2023      | Dr. José Hernández Hernández           | NAVAL                                      | Cálculo de resistencia máxima longitudinal y transversal de un dique flotante forma de buque  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=fvzxcux9F4g">https://www.youtube.com/watch?v=fvzxcux9F4g</a>   |
| 14  | 08 de mayo 2023       | Mtro. César Martín Rodríguez           | COMUNICACIÓN Y ELECTRÓNICA                 | Metodología para el desarrollo de redes de fibra óptica estatales bajo el esquema de Asociación Pública o Privada (APP's) en México   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VijZdPIE56U">https://www.youtube.com/watch?v=VijZdPIE56U</a>   |
| 15  | 12 de mayo 2023       | Ing. Luis Peralta Higuera              | COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA               | Construyendo el futuro digital de México  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9Ev8-B0uUD0">https://www.youtube.com/watch?v=9Ev8-B0uUD0</a>   |
| 16  | 17 de mayo 2023       | Ing. Carlos Javier Villazón Salem      | INGENIERÍA INDUSTRIAL                      | La Gobernanza, Factor indispensable para el desarrollo del transporte aéreo   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OnV6v8ZTlbg">https://www.youtube.com/watch?v=OnV6v8ZTlbg</a>   |
| 17  | 17 de mayo 2023       | M.I. Octavio Estrada Castillo          | INGENIERÍA INDUSTRIAL                      | Homologación, Integración y Sistematización de las Normas internacionales y nacionales que deben cumplir las empresas mexicanas sobre Calidad, Seguridad Integral, Ciberseguridad, Higiene, Salud y Medio Ambiente          | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xbN12vEOLuM">https://www.youtube.com/watch?v=xbN12vEOLuM</a>   |
| 18  | 17 de mayo 2023       | Dr. Arnulfo Treviño Cubero             | INGENIERÍA ELÉCTRICA                       | Formación de Ingenieros en tiempos de Pandemia: análisis actual y prospectivo de las clases en línea  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=KbXa8kTxEw">https://www.youtube.com/watch?v=KbXa8kTxEw</a>     |
| 19  | 17 de mayo 2023       | Ing. Marco Antonio Osorio Bonilla      | INGENIERÍA QUÍMICA                         | Experiencias en la evolución de modelos de desarrollo de megaproyectos de la Industria Petrolera en México  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=40QFknkEYqM">https://www.youtube.com/watch?v=40QFknkEYqM</a>   |
| 20  | 18 de mayo 2023       | Mtro. Alejandro Vázquez López          | INGENIERÍA CIVIL                           | Efectos de la Pandemia originada por la COVID-19 en el mercado inmobiliario mexicano  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-TTV0QTYhQ">https://www.youtube.com/watch?v=-TTV0QTYhQ</a>     |
| 21  | 25 de mayo 2023       | Dr. Leonardo Ramírez Guzmán            | INGENIERÍA GEOFÍSICA                       | Modelado numérico de terremotos y sus aplicaciones a la generación de mapas de intensidad   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=U1wJlMcF8SA">https://www.youtube.com/watch?v=U1wJlMcF8SA</a>   |
| 22  | 26 de mayo 2023       | Dr. Nuria María Oliver Ramírez         | INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA | AI for Sustainable Development  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-ioTu2OL9KF">https://www.youtube.com/watch?v=-ioTu2OL9KF</a>   |
| 23  | 26 de mayo 2023       | Dra. Rosa María Ramírez Zamora         | INGENIERÍA QUÍMICA                         | Modificaciones físicas y termoquímicas de escorias metalúrgicas para la eliminación de contaminantes recalcitrantes en matrices acuosas   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Zkz0XoN_nzM">https://www.youtube.com/watch?v=Zkz0XoN_nzM</a>   |
| 24  | 29 de mayo 2023       | M. en C. José Sergio Carmona Ruvalcaba | INGENIERÍA CIVIL                           | Estudio comparativo del compartamiento mecánico de mezclas con suelo típico del área metropolitana de Guadalajara adicionado con aglomerantes comúnmente usados en la construcción  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=taFZNIKX96U">https://www.youtube.com/watch?v=taFZNIKX96U</a>   |
| 25  | 29 de mayo 2023       | Mtro. Fernando Rueda Lujano            | INGENIERÍA CIVIL                           | Hidráulica y Desarrollo Urbano. Un enfoque de manejo de recursos hídricos en México.  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Lz7t-h5ifM">https://www.youtube.com/watch?v=Lz7t-h5ifM</a>     |
| 26  | 29 de mayo 2023       | Dr. José Eduardo Mestre Rodríguez      | INGENIERÍA CIVIL                           | Criterios actuales e innovaciones técnicas y financieras para estructurar proyectos de inversión en materia hídrica con recursos privados   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=L_GwnRVNfAGc">https://www.youtube.com/watch?v=L_GwnRVNfAGc</a> |
| 27  | 29 de mayo 2023       | Ing. Juan Carlos Villa Araujo          | INGENIERÍA EN SISTEMAS                     | El análisis sistémico de los puestos fronterizos como modos del comercio entre México y Estados Unidos  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WQhA4u76JA">https://www.youtube.com/watch?v=WQhA4u76JA</a>     |
| 28  | 30 de mayo 2023       | Dr. José Miguel Montoya Rodríguez      | INGENIERÍA CIVIL                           | El simulador de maniobras de embarcaciones como una herramienta para el diseño de infraestructura portuaria   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=U_Y5wVKm8dU">https://www.youtube.com/watch?v=U_Y5wVKm8dU</a>   |
| 29  | 30 de mayo 2023       | Ing. Javier Magaña Hernández           | INGENIERÍA ELÉCTRICA                       | Visión de futuro de la energía eléctrica con perspectiva económica y gestión de activos   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=pIONV1PKnIo">https://www.youtube.com/watch?v=pIONV1PKnIo</a>   |
| 30  | 30 de mayo 2023       | Ing. Ángel Cid Munguía                 | INGENIERÍA PETROLERA                       | Estrategia implementada en Pemex exploración y producción   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XaYLWVME-BQ">https://www.youtube.com/watch?v=XaYLWVME-BQ</a>   |
| 31  | 30 de mayo 2023       | Dr. Vicente Borja Ramírez              | INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA          | Diseño centrado en las personas y en la sostenibilidad  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Fu1Hk071GAg">https://www.youtube.com/watch?v=Fu1Hk071GAg</a>   |
| 32  | 31 de mayo 2023       | Dr. Alejandro C. Ramírez Reivich       | INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA          | El círculo virtuoso entre investigación, desarrollo tecnológico y explotación en la creación de sistemas y productos innovadores  | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=J-WeEpbYVAE">https://www.youtube.com/watch?v=J-WeEpbYVAE</a>   |
| 33  | 31 de mayo 2023       | Dr. José Francisco de la Mora Gálvez   | INGENIERÍA CIVIL                           | Aplicación para medir el Módulo Dinámico del Concreto   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3iqSB9-r9dU">https://www.youtube.com/watch?v=3iqSB9-r9dU</a>   |

## » Honor

| No. | Fecha                | Nombre                            | Comisión               | Link  |
|-----|----------------------|-----------------------------------|------------------------|---|
| 1   | 10 de noviembre 2022 | Dr. Rafael Colás Ortiz            | MECÁNICA Y MECATRÓNICA | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6DqGxWhMClw">https://www.youtube.com/watch?v=6DqGxWhMClw</a> |
| 2   | 17 de noviembre 2022 | Ing. Enrique Jaime Chicurel Uziel | MECÁNICA Y MECATRÓNICA | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=KsNhphsY-fm">https://www.youtube.com/watch?v=KsNhphsY-fm</a> |
| 3   | 24 de marzo 2023     | Mtro. Carlos Arnoldo Morales Gil  | INGENIERÍA PETROLERA   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=u_LXSSb4X9o">https://www.youtube.com/watch?v=u_LXSSb4X9o</a> |
| 4   | 31 de marzo 2023     | Ing. Manuel J. Ortiz de María     | INGENIERÍA PETROLERA   | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=HlKQk_1a3fq">https://www.youtube.com/watch?v=HlKQk_1a3fq</a> |

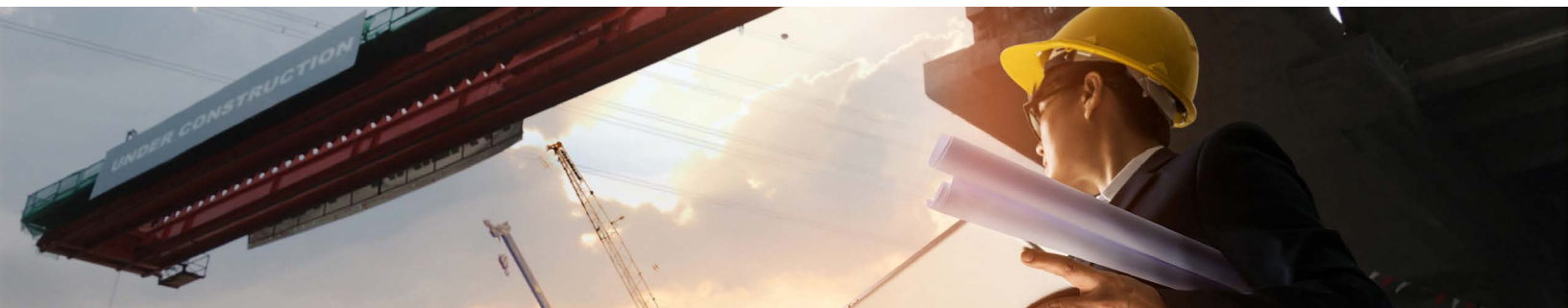


## » Homenajes póstumos

| No. | Fecha              | Nombre                         | Comisión                | Link  |
|-----|--------------------|--------------------------------|-------------------------|---|
| 1   | 03 de agosto 2022  | Dr. Pablo Mulás del Pozo       | NUCLEAR                 | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UcS4m9IHUtE">https://www.youtube.com/watch?v=UcS4m9IHUtE</a> |
| 2   | 19 de octubre 2023 | Ing. Miguel León Garza         | INDUSTRIAL              | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=AvEoeZrYirl">https://www.youtube.com/watch?v=AvEoeZrYirl</a> |
| 3   | 20 de abril 2023   | Ing. Enrique Dau Flores        | MUNICIPAL Y URBANÍSTICA | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OxtZ5eVFnxS">https://www.youtube.com/watch?v=OxtZ5eVFnxS</a> |
| 4   | 14 de enero 2023   | Dr. Marco Antonio Murray Lasso | SISTEMAS                | <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3bOgDZwmXDE">https://www.youtube.com/watch?v=3bOgDZwmXDE</a> |



Coloquio  
**INTERNACIONAL**



## La Ingeniería factor clave para una transición energética eficiente

Ante la crisis climática por el calentamiento global la humanidad se enfrenta a la necesidad de encontrar un nuevo paradigma energético que permita transitar al uso de energías renovables, por encima de las energías fósiles, sin embargo, factores geopolíticos, tecnológicos, sociales y económicos condicionan el camino a ello.

Durante tres días, –del 17 al 19 de octubre de 2022–, la Academia de Ingeniería México, presidida por la Dra. Mónica Barrera Rivera, en conjunto con la Real Academia de Ingeniería de España, presidida por el Dr. Antonio Colino Martínez, analizaron el panorama mundial y plantearon posibles escenarios y soluciones que permitan lograr, a través de la ingeniería, proyectos con mayor sostenibilidad basados en energías renovables.

### Geopolítica energética

En este sentido, el Dr. Claudio Aranzadi Martínez, ex-ministro de Industria y Energía de España, presentó la visión de la política de transición energética desde Asia, explicó que los cuatro principales países emisores de gases de efecto invernadero asiáticos, China, India, Japón y Corea del Sur suponen el 43% de las emisiones del mundo (el doble de la suma de Estados Unidos y Europa). China por sí sola es el primer emisor en el mundo y concentra el 30%.

Pese a lo anterior, los objetivos de descarbonización en China están marcados al 2060, –en India al 2070– en contraste con la meta de los Acuerdos de París de cero emisiones para 2050. Ante estas posturas, en la COP 27 se flexibilizaron los plazos de cumplimiento rumbo a “mediados de siglo”.

“Estos compromisos implican un crecimiento de la temperatura de 1.8 grados centígrados en este siglo, por encima del límite que se había fijado en esta COP de 1.5 grados. Otro estudio asegura que el resultado de las políticas de los países participantes llevaría finalmente a un aumento de 2.6 grados”, explicó Aranzadi, para quien es claro que China e India desarrollan una “procrastinación energética” en aras de sus prioridades, en el primer caso, la seguridad nacional y la reafirmación de su posición dominante en el orden mundial; y en el caso indio, por políticas sociales de desarrollo. El Dr. José Luis Aburto, miembro de la Academia de Ingeniería México, aseguró que desde 1997 Estados Unidos ha tenido una política de energía y cambio climático inestable,

derivada de su división política interna. Durante cinco presidencias (Clinton-Bush-Obama-Trump-Biden) EEUU ha liderado los Acuerdos de las Naciones Unidas y sucesivamente los ha repudiado con cada cambio de administración, dañando seriamente el avance mundial al combate al cambio climático por más de 25 años.

Reconoció los logros del presidente Biden, pero alertó sobre la tensa geopolítica mundial, en el corto plazo por la guerra de Rusia y, en el mediano, por la importancia política creciente e inevitable de China. En la discusión se refirió a la crisis del gas en Europa durante 2022.

Sobre Europa, (apenas un 8% de las emisiones totales en el mundo) el Dr. Emiliano López Atxurra, presidente de PETRONOR, reconoció que el impacto de la discontinuidad energética que significó la guerra Rusia-Ucrania, pues fue el divorcio del matrimonio energético con el monopolio ruso a través del oleoducto de gas natural hacia la región, lo que generó una fuerte dependencia:

**“Europa necesita reactualizar sus objetivos de transición energética que fueron contemplados sobre la base de un mundo pasado. Debemos aprovechar la ruptura del matrimonio energético para poner encima de la mesa una cuestión estructural: la diversificación”, expresó.**

Finalmente, el Dr. Gerardo Hiriart Le Bert, secretario de la Academia de Ingeniería México dijo sobre el panorama Latinoamericano que tiene realidades muy particulares. En el caso mexicano hay un fuerte componente de uso de hidrocarburos, y uno de ellos, el gas natural, depende en gran medida de las exportaciones del país vecino, mientras que en la energía solar y eólica, existe un conflicto por resolver entre la inversión privada y pública.

### **Energías fósiles vs. energías renovables**

**“En este momento, las energías renovables son competitivas con el resto de las tecnologías de generación, de 2014 al 2020, en las subastas de energía solar fotovoltaica y eólica, el precio ha ido disminuyendo de forma muy sustancial”,** argumentó el Dr. Ignacio Pérez Arriaga, Académico de la Real Academia de Ingeniería de España.

Pérez Arriaga dijo que las energías limpias son democráticas –son ampliamente distribuidas en todos los países–, son variables –cambian dependiendo el clima–, y son escalables, –de lo domiciliario a grandes plantas–. No son dominantes, pues no hay capacidad instalada suficiente, pero con tecnologías de almacenamiento baratas y flexibles, podrían ser la base

del futuro. El debate está en si es necesario modificar el diseño de los mercados eléctricos por la penetración de las renovables. Ahora tienen un costo alto de inversión, pero su costo de operación es prácticamente nulo. Quizás no se recomienda alterar los principios del mercado, pero sí aplicar medidas excepcionales en casos excepcionales (protección de consumidores vulnerables).

En este sentido, la Dra. Rosa María Prol Ledesma, Presidenta de la Comisión de Especialidad de Geología de la Academia de Ingeniería México, señaló que **“la energía geotérmica es versátil y aprovechó todos los avances tecnológicos obtenidos, sobre todo el uso de sistemas de baja temperatura”**. La explotación geotérmica puede darse a la par de la explotación de hidrocarburos en pozos petroleros y minas activas, o hasta en instalaciones abandonadas, reduciendo al mínimo los costos de inversión, enfatizó.

México está entre los 10 países que más producen esta energía, aunque aún tiene mucho potencial sobre todo en la región del Golfo, para seguir el ejemplo de naciones como Turquía, que en una década ha logrado construir más de 50 plantas, o de Colombia, primer territorio de Latinoamérica donde se está haciendo co-producción petrolera y de geotermia.



Contrastando con la visión que prioriza a las energías renovables, el Dr. Ulises Neri Flores, Vice Chair de México del Grupo de Expertos de la ONU en Administración Sostenible de Recursos, consideró que los hidrocarburos aún jugarán un papel muy importante en las décadas por venir y que puede cumplir un papel, más que en una transición energética, en una evolución energética.

**“En la peor etapa de la pandemia, en abril de 2020, solamente se dejaron de consumir 10 millones de barriles de petróleo por día, de 100 que veníamos consumiendo. En la etapa post-pandemia superamos esos 100 millones.”**, declaró.

Para el especialista, la sostenibilidad va más allá de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y tiene que haber una evolución que incluya objetivos como el fin de la pobreza, la reducción del hambre, la salud y la educación, el agua o la equidad de género. Incluso, la propia industria de fósiles puede jugar un papel con acciones concretas.

Por último, el Dr. José Domínguez Abascal, Académico de la Real Academia de Ingeniería de España, habló sobre el rol que el hidrógeno verde –obtenido por electrólisis del agua– juega en la transición energética, sustituyendo el hidrógeno industrial de fuentes de petróleo

y gas natural: **“en 2019 se consumieron 70 millones de toneladas de hidrógeno industrial a partir de gas natural o petróleo, eso representa 830 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, las mismas toneladas que emite todo el transporte aéreo mundial. Es posible sustituirlo a partir de energía renovables, el costo es muy parecido en este momento, pero no tenemos las instalaciones y las inversiones para transformar esas plantas. El camino está marcado, es una cuestión de inversiones”**, concluyó.

### Materias primas en la generación de energías limpias

**“En la transición energética tratamos de evitar a toda costa el carbón, el gas y el petróleo, pero podemos encontrar una dependencia fuerte de materias críticas que impidan una transición energética exitosa”**,

dijo el Dr. Eloy Álvarez Pelegrý, Académico de la Real Academia de Ingeniería de España, para destacar un conjunto de minerales—el Banco Mundial identifica 17 y la Comisión Europea 30—, necesarios para un suministro fiable y continuado.

Por su parte, el Ing. José Luis Lee, Presidente de la Comisión de Especialidad de Minas y Metalurgia de la Academia de Ingeniería México habló sobre el panorama mundial del litio



—materia clave en la fabricación de baterías para computadores portátiles y autos eléctricos, teléfonos móviles y dispositivos médicos—, cuya extracción mayor depende de las salmueras (un 66%), dado su menor costo económico por encima de otros modos como los de pegmatitas y rocas sedimentadas.

El investigador aseguró que en comparación con las grandes reservas de litio en el mundo —el triángulo compuesto entre Bolivia, Chile y Argentina—, en México aún no se conoce un yacimiento con reservas económicamente aprovechables para participar en el mercado mundial. El depósito de Bacadeuachi, Sonora, es mayormente de extracción en arcilla, algo sumamente costoso, aunque se han detectado recursos estimados en Baja California, San Luis Potosí y Zacatecas.

La economía del litio se ubica en la capacidad industrial para producir baterías, no en el minado y obtención del litio metálico, dado que no es un recurso escaso ni raro, ya que las reservas mundiales de litio sobrepasan holgadamente a otros metales (se calcula que hay oferta asegurada hasta 128 años considerando una demanda anual triplicada) e incluso, hay investigaciones avanzadas para producir litio a partir de agua de mar, lo que abarataría más su precio. Sobre los procesos de descarbonización en las industrias con

las participaciones Dr. Manuel Bravo López, miembro del Grupo de Estudio de CAETS sobre esta materia, destacó que las energías fósiles son aún las principales fuentes de energía y que a nivel global su consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> siguen creciendo. Dado que la UE ha puesto su meta de alcanzar emisiones cero en 2050 con un objetivo intermedio de reducción en 55% en 2030, la hoja de ruta trazada debe basarse en un aumento de la eficiencia y en la reducción del consumo.

En este sentido, el Dr. José Santiesteban Polanco, miembro y Concejal de la Academia Nacional de Ingeniería de EEUU explicó que el 83% de la energía que consumimos aún proviene de fuentes fósiles, destacó que una ventaja estratégica es que la mayoría de las emisiones provienen de la generación de energía eléctrica, una de las más fáciles de descarbonizar. En el sector de hidrocarburos —los que permanecerán aún por varias décadas— apuntó a una serie de acciones mitigantes como son el aumento de la eficiencia energética; el auge de sistemas híbridos (combinación de energías limpias y fósiles), la utilización a mayor escala de combustibles con baja huella de carbono (el hidrógeno verde o los biocombustibles) y la captura del CO<sub>2</sub> (reutilización y/o almacenamiento permanente).



# Próximias actividades

## Agosto

**Viernes 25 de agosto**

Los invitamos a asistir al Homenaje Póstumo al **Dr. Ricardo Chicurel Uziel**.  
18:00 horas

**Martes 15, 22 y 29 de agosto**

Coloquio "La Formación de Ingeniero con Herramientas de Innovación". Sesiones virtuales o presenciales en nuestra sede. Nuestra actividad es con registro gratuito en <https://coloquio.ai.org.mx/acerca-del-coloquio/>

## Septiembre

**Miércoles 6 de septiembre**

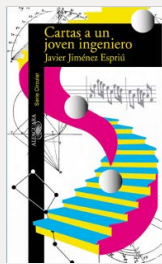
Mujeres Ingenieras Líderes en el Campo de Acción (MILCA)  
**CONversa con la Dra. Cecilia Martín del Campo**

**Miércoles 20 de septiembre**

Ceremonia de Académico de Honor  
**Dr. José Francisco Albarrán Núñez**

**Jueves 21 de septiembre**

Como un aporte a alumnos y profesores, la Academia de Ingeniería México firma un convenio de colaboración con diversas escuelas de ingeniería para difundir la obra "**Cartas a un joven ingeniero**", del **Ing. Javier Jiménez Espriú**, quien con ese motivo ofrecerá una conferencia sobre su libro.



**Miércoles 29 de septiembre**

Ceremonia de Académico de Honor  
**Dra. María Cristina Verde Rodarte**

## Premio a la Mejor Solución Tecnológica que impacte en los temas relacionados con el Coloquio Internacional 2023

a realizarse del **6 al 8 de noviembre** que organizan la Real Academia de Ingeniería de España, la Academia de Ingeniería México y academias de Iberoamérica, bajo el tema "**El futuro del trabajo en ingeniería y el trabajo del futuro de la ingeniería**".

**Conoce la convocatoria en las categorías: I Licenciatura, II Maestría y III Doctorado.**

 <https://ai.org.mx/convocatoria-soluciones-tecnologicas/>



## Premio Nacional de Ingeniería 2022

**Ing. Juan Eibenschutz Hartman**



Felicitamos al Ing. Juan Eibenschutz Hartman por su designación como ganador del Premio Nacional de Ingeniería 2022. En reconocimiento a su trayectoria y aportes a la Ingeniería, el merecimiento le será entregado en una ceremonia con fecha próxima. El galardonado es integrante del Consejo de Honor de la Academia de Ingeniería México.



## Nombramiento de la Dra Cecilia Martín del Campo

La Doctora Cecilia Martín del Campo fue designada Jefa de Departamento de Sistemas Energéticos en la División de Ingeniería Eléctrica (DIE), en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Integrante de la Academia de Ingeniería México (AIM) la Doctora Martín del Campo reconoció la oportunidad y planteó la expansión y la planeación energéticas en la toma de decisiones, a favor de la comunidad universitaria.

 <https://bit.ly/3QtGEnK>



La Academia Mexicana de Ciencias publicó una carta con su postura y disposición de contribuir a los contenidos de los libros de texto gratuitos para la educación básica. Aquí la puedes consultar [https://www.amc.mx/amc/images/Pronunciamiento\\_Consejo\\_Directivo\\_AMC\\_sobre\\_los\\_libros\\_de\\_texto.png](https://www.amc.mx/amc/images/Pronunciamiento_Consejo_Directivo_AMC_sobre_los_libros_de_texto.png)



La Academia Nacional de Medicina realiza evento sobre el cambio climático con la presencia de nuestros académicos en sus sesiones de trabajo. La cita en su sede es el 22 de septiembre.



En el Tercer Foro Energía organizado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM) a realizarse el 27 y 28 de septiembre participa el Dr. José Luis Aburto, con el tema "Hacia un Sistema de Energía Sustentable", en el segundo día de trabajos.

# 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