

NÚMERO 5 ENERO-FEBRERO 2026



BRÚJULA VERDE

A C C I O N E S Q U E D E J A N H U E L L A

***2025: el año en que la sustentabilidad
se volvió sistema en el IPN***

**Microplásticos en la atmósfera:
el viaje del IPN hasta la Antártida
Parte II**

¿Sabías qué?

El **burro** es un símbolo identitario del IPN porque la comunidad politécnica **resignificó su imagen como representación del trabajo, la resistencia, inteligencia práctica y compromiso social**, cualidades profundamente vinculadas al proyecto educativo del instituto.

Por ello, el llamado **“Burro Blanco”** permanece como una figura simbólica y cultural presente en la memoria colectiva del politécnico.



Educación
Secretaría de Educación Pública



Instituto Politécnico Nacional
“La Técnica al Servicio de la Patria”

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS

Brújula Verde. Revista de Sustentabilidad, Volumen 5, Número 5, enero-febrero 2026, es una publicación de periodicidad bimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS).

Domicilio de la publicación y distribución: Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología del IPN “Víctor Bravo Ahuja”, 3er piso, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. Instituto Politécnico Nacional S/N, Esq. Wilfrido Massieu, Col. San Pedro Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, C.P. 07738. Tel. (55) 5729 6000 Exts. 54450 a 54464 www.ipn.mx/sustentabilidad

Editora responsable: Mildred Castro Hernández.

Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título: 04-2025-092316584100-102.

IDEM de Certificado de Licitud de Contenido: En trámite.

Núm. ISSN: En trámite

Responsable de la última actualización de este Número: Unidad de Informática de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad.

Fecha de la última modificación:

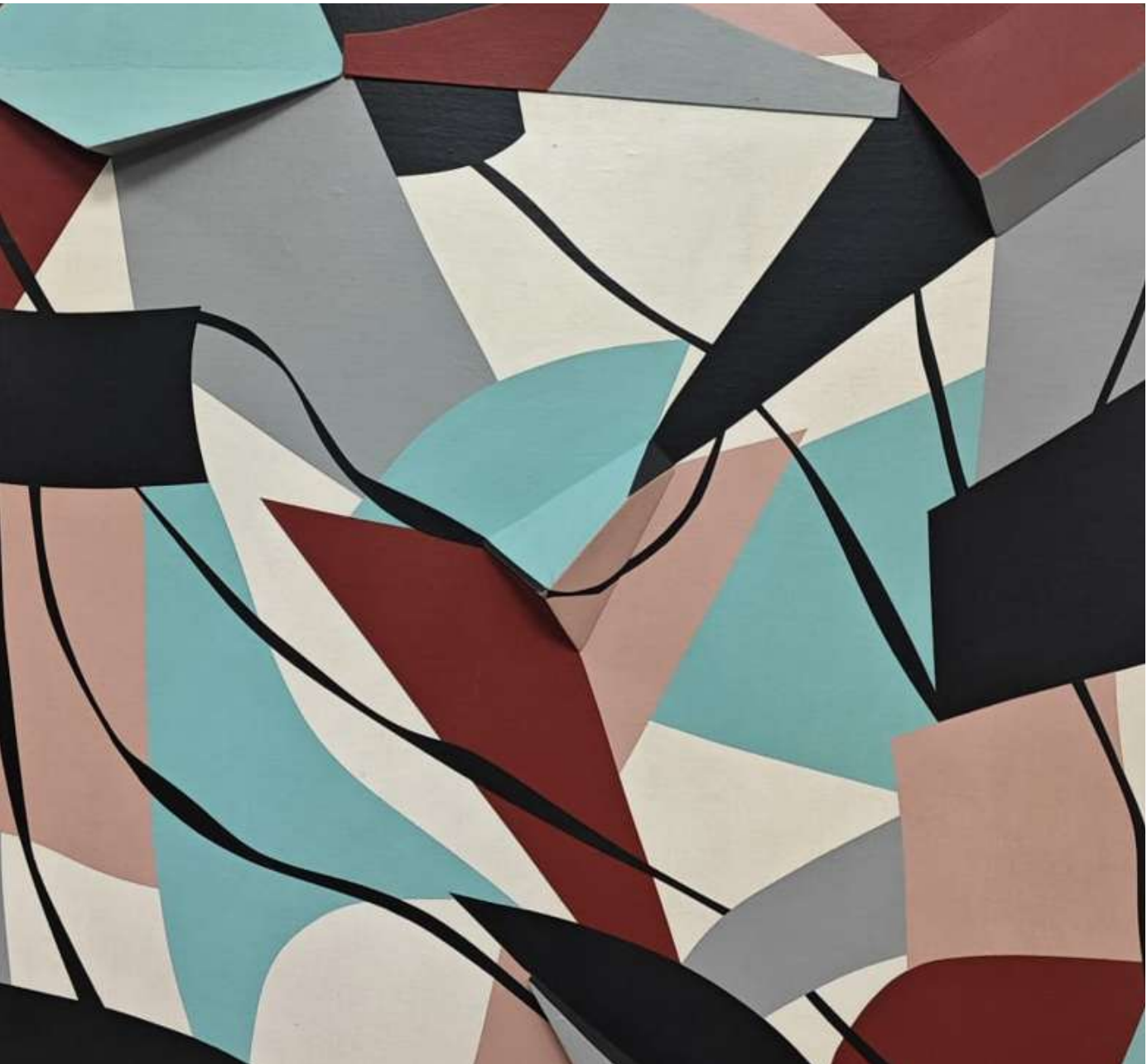
20 de febrero de 2026.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Contenido

1.	Desde una agenda verde	
	Editorial: Imaginarios de la naturaleza: arte, ciencia, territorio y futuro	6
2.	Huella verde: El corazón del IPN	
	2025: el año en que la sustentabilidad se volvió sistema en el IPN	10
	IPN impulsa tecnologías del Hidrógeno	14
3.	Iniciativa politécnica: Impulsando soluciones	
	PURIBAG: una idea que nació entre inundaciones, laboratorio... y un error que lo cambió todo	18
	BLUECHAR: cuando el sargazo se convierte en tecnología para limpiar el agua	22
4.	Opiniones del cambio: Trascendiendo límites	
	Cuando llamaron ciencia ficción a la ciencia	26
	Residuos electrónicos: el lado tóxico y dorado de nuestra era digital	30
5.	Tendencias sin fronteras: Hacia un futuro verde	
	Microplásticos en la atmósfera: el viaje del IPN hasta la Antártida. Parte II	34
	Innovación mexicana ante el sargazo: Centro Estatal de Monitoreo Ambiental y Sargazo de Quintana Roo	38
6.	El arte que nos habita: Patrimonio e identidad politécnica	
	Patrimonio artístico en y desde el IPN	42
7.	Agenda verde: Compromisos y acciones en el IPN	
	Eventos verdes del IPN	48
8.	Dejando marca: Huellas de personas imborrables	
	Brújula Verde: La voz sustentable del IPN	49
9.	BV: Comunicación	
	Redes sociales	50
10.	BV: Consulta digital	
	Fuentes de consulta	51



**El puente y sus categorías
reflejo de fiestas sin reposo**
Marco Antonio Trovamala
Pintura
114 X 122.5 cm
Centro Cultural «Jaime torres Bodet»
1985

Editorial : Comenzar de nuevo, llegar más lejos

Cada inicio de año tiene algo de pausa obligada. No porque todo se detenga, sino porque necesitamos mirar lo que pasó antes de seguir avanzando. Hacer ese pequeño ejercicio de honestidad: ver qué funcionó, qué quedó a medias y qué, sin darnos cuenta, ya se volvió parte de lo que somos.

Este número de **Brújula Verde** nace desde ahí. Desde un cierre que no se siente como final, sino como punto de apoyo. Los logros alcanzados durante el 2025 no llegaron solos ni por inercia. Son el resultado de muchas decisiones bien tomadas, de equipos que insistieron, de ideas que se sostuvieron cuando todavía no era tan claro hacía dónde iban a crecer.

Consolidar proyectos también es eso: aprender a no soltar lo que vale la pena. Y consolidar no significa acomodarse. Al contrario. Significa tener confianza suficiente para mirar más lejos. Para preguntarnos qué más podemos hacer, hasta dónde podemos llegar y qué papel queremos jugar como institución en un contexto ambiental que cada vez exige más respuestas y menos discursos.

Por eso, este número también mira hacia la ciencia como una forma concreta de cuidar el planeta. No desde el asombro ingenuo, sino desde la responsabilidad. Que el trabajo científico impulsado desde el IPN haya alcanzado uno de los territorios más remotos del planeta - la Antártida -, no es solo una buena historia que contar, es una clara señal de lo que ocurre cuando la investigación recibe respaldo, continuidad y confianza.

Llegar tan lejos no habla únicamente de tecnología o de capacidades técnicas. Habla de visión. De entender que apoyar a la ciencia es una de las maneras más profundas - aunque no siempre visibles - de contribuir al bienestar ambiental global. A veces ese apoyo no se traduce en resultados inmediatos, pero sí en conocimiento que permanece, que orienta y que ayuda a tomar mejores decisiones a largo plazo.

Este nuevo ciclo nos invita a pensar la sustentabilidad desde un lugar más maduro. Menos espectacular y más constante. Más conectada con procesos reales, con datos, con colaboración entre instituciones y con una comunidad que sabe que el cambio no ocurre de golpe, sino paso a paso.

En este número, **Brújula Verde** también abre un nuevo camino al inaugurar una sección dedicada al patrimonio artístico del IPN. Un espacio que reconoce que la sustentabilidad no se construye únicamente desde la ciencia y la técnica, sino también desde la memoria, la cultura y las expresiones que han acompañado la vida institucional a lo largo del tiempo.

Con esta nueva sección, amplía nuestra mirada y reafirmamos nuestro quehacer: ser un punto de encuentro entre conocimiento, experiencia y comunidad. Reconocer y compartir nuestro patrimonio artístico nos ayuda a saber quiénes somos y desde dónde caminamos. En horabuena. **BV**

A cargo de la pluma de: Comité Editorial de Brújula Verde.



Directorio

- » **Dr. Arturo Reyes Sandoval** - Director General.
- » **M. en C. Ismael Jaidar Monter** - Secretario General.
- » **M en E.N.A. María Isabel Rojas Ruiz** - Secretaria Académica.
- » **Dra. Martha Leticia Vázquez González** - Secretaria de Investigación y Posgrado.
- » **M. C. E. Yessica Gasca Castillo** - Secretaria de Innovación e Integración Social.
- » **MAP. Marco Antonio Sosa Palacios** - Secretario de Servicios Educativos.
- » **Mtra. Ana María Arrona González** - Secretaria de Administración.
- » **Mtro. Noel Miranda Mendoza** - Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas.
- » **Ing. Arq. José Alejandro Camacho Sánchez** - Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones.
- » **Mtro. Marx Yazalde Ortiz Correa** - Abogado General del IPN.
- » **M. en C. Modesto Cárdenas García** - Presidente del Decanato.
- » **Mtro. Orlando David Parada Vicente** - Coordinador General de Planeación e Información Institucional.
- » **Ing. Andrés Falcón García** - Coordinador General del Centro Nacional de Cálculo.
- » **Mtro. Marco Antonio Ramírez Urbina** - Coordinador de Imagen Institucional.
- » **Mtra. Mildred Castro Hernández** - Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad.

Miembros de Brújula Verde

- » **Directora Ejecutiva – Mtra. Mildred Castro Hernández;** Liderazgo institucional.
- » **Directora Creativa – Lic. Paulina Muñoz Yañez;** Editora de diseño e identidad visual.
- » **Directora Editorial – Lic. Brenda Dámaris Sánchez;** Narrativa editorial y voz pública de BV.
- » **Coordinador de vinculación – Lic. Cristhian Hernández Zaragoza;** Responsable de enlaces.



2025: el año en que la sustentabilidad se volvió sistema en el IPN

A cargo de la pluma de: Mildred Castro Hernández, Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad.



Durante mucho tiempo, hablar de sustentabilidad en las universidades significó reconocer buenas intenciones: proyectos interesantes, acciones bien pensadas, esfuerzos comprometidos, pero también significó aceptar una realidad incómoda: muchas de esas acciones no lograban trascender porque no estaban conectadas entre sí.

El 2025 fue distinto para el IPN. No porque haya hecho “más”, sino porque empezó a hacer mejor y de otra manera. Este año marcó un cambio silencioso pero profundo: la sustentabilidad dejó de depender de iniciativas dispersas y comenzó a construirse como un **sistema institucional**, con reglas claras, instrumentos propios y una visión de largo plazo.

Desde la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS), el trabajo no se enfocó en sumar actividades, sino en algo más complejo: crear las condiciones para que la sustentabilidad pudiera sostenerse en el tiempo, más allá de las personas, coyunturas o modas.

“
... la sustentabilidad dejó de depender de iniciativas dispersas y comenzó a construirse como un sistema institucional, con reglas claras, instrumentos propios y una visión de largo plazo.
”

Poner orden para avanzar

Uno de los pasos más importantes de 2025 fue poner orden donde antes había fragmentación. La publicación de la **Política Institucional para la Sustentabilidad y del Programa IPN-Sustentabilidad 2025-2030** significó, por primera vez, que el Politécnico contara con un marco común para orientar decisiones, priorizar acciones y evaluar resultados.

Esto no fue un trámite administrativo. Fue una definición institucional: la sustentabilidad dejó de ser un tema accesorio y pasó a formar parte de la estructura estratégica del IPN. La integración de la CPS a la Dirección General y el avance en la instalación del **Comité Institucional para la Sustentabilidad** sentaron las bases de una gobernanza ambiental más sólida, colegiada y transversal.

Campus que empiezan a hablar con datos

Otro cambio clave fue llevar la sustentabilidad al terreno donde realmente se juega: la operación diaria de los campus. En 2025, el IPN comenzó a medir lo que antes solo se intuía.

El proceso de **LEED v5 Operación y Mantenimiento del edificio sede de la CPS** abrió un camino inédito: evaluar una edificación politécnica con el estándar internacional más exigente en desempeño ambiental. Más allá de la certificación, el valor estuvo en el proceso: auditorías, diagnósticos, participación del estudiantado y docente, y la idea de que los edificios también pueden enseñar.

A la par, se desarrollaron herramientas que permitirán escalar este modelo: guías de auditoría hídrica y energética y el diseño de la plataforma **IPN-Sí Sustenta**, pensada para concentrar la información ambiental proveniente de las dependencias politécnicas y con ello, apoyar decisiones basadas en evidencia.

Economía circular, biodiversidad y suelo: volver a lo esencial

Se dio un paso clave para llevar la economía circular más allá del reciclaje, partiendo de la convicción de que la circularidad real requiere criterios claros, medición y coherencia ambiental. Junto con acciones como el acopio de plásticos, vidrio y residuos electrónicos, el fortalecimiento de la Planta de Composta y la reducción de plásticos de un solo uso, se inició la propuesta para

desarrollar una metodología de economía circular con enfoque de integridad ambiental, concebida como una herramienta innovadora para evaluar la circularidad de productos, procesos u organizaciones, sin limitarse a un solo sector.

Dicha metodología, actualmente en construcción, busca considerar no solo la recuperación de materiales, sino también la reducción efectiva de impactos ambientales, la trazabilidad, las emisiones asociadas y la viabilidad operativa, con la mira puesta en contar en el corto plazo, con un esquema de evaluación y posible certificación en materia de economía circular, alineada a estándares internacionales y aplicable a distintos contextos productivos y organizacionales.

Formar sin discursos grandilocuentes

La sustentabilidad no se consolida solo con infraestructura; necesita personas capaces de comprenderla y aplicarla. Por eso, en 2025 se puso un énfasis especial en la formación: la actualización del Diplomado **FORTAS**, la elaboración de orientaciones para integrar la sustentabilidad en el diseño curricular y los talleres con docentes marcaron un avance silencioso pero estratégico.

La idea fue clara: no imponer contenidos, sino ofrecer herramientas para que la sustentabilidad pudiera integrarse de manera natural en la enseñanza y en la vida cotidiana del IPN.

El año también confirmó algo importante: el IPN tiene mucho que aportar en la generación de soluciones ambientales. La cooperación científica internacional, los coloquios, los simposios y los concursos estudiantiles demostraron que la sustentabilidad es un campo fértil para la innovación tecnológica y social.

En paralelo, nació **Brújula Verde**. No como una revista institucional más, sino como un espacio para contar lo que muchas veces no se ve en materia ambiental: los procesos, los aprendizajes, los proyectos, la investigación aplicada y las conexiones entre ciencia, cultura y responsabilidad social que se llevan a cabo dentro del IPN.

Un punto de partida

Mirando en perspectiva, el 2025 no fue un año de llegada. Fue un año de fundación. Se construyeron instrumentos, se abrieron rutas y se establecieron bases que ahora permiten pensar en una sustentabilidad más madura, más medible y más colectiva.



[¡Haz click aquí!](#)



“
Mirado en perspectiva, el 2025 no fue un año de llegada. Fue un año de fundación. Se construyeron instrumentos, se abrieron rutas y se establecieron bases que ahora permiten pensar en una sustentabilidad más madura, más medible y más colectiva.
”

El reto que sigue es claro: consolidar lo construido, escalar lo que funciona y no perder de vista que la sustentabilidad institucional no se decreta, se trabaja todos los días.

Brújula Verde nace justo para eso: para acompañar el camino, señalar el rumbo y recordar que, cuando la técnica se pone al servicio del futuro, el impacto trasciende al campus y se proyecta al país. **BV**

IPN impulsa tecnologías del Hidrógeno

A cargo de la pluma de: Rosa de Guadalupe González Huerta, investigadora en la ESIQIE Zacatenco.

Huella verde: *El corazón del IPN*

El IPN participa activamente en el Laboratorio Nacional CONAHCYT en Tecnologías de Hidrógeno (LANH2), el primero en su tipo en México, a través de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE, Zacatenco) y la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Azcapotzalco (ESIME, UA).

**“
El IPN participa activamente en el Laboratorio Nacional CONAHCYT en Tecnologías de Hidrógeno (LANH2), el primero en su tipo en México...
”**

Desde la ESIQIE, la Dra. Rosa de Guadalupe González Huerta, lidera mediante el Laboratorio de Electroquímica, las actividades de investigación, desarrollo y validación de tecnologías basadas en hidrógeno. De manera complementaria y coordinada, en la ESIME UA, el Dr. Juan Manuel Sandoval Pineda encabeza el Laboratorio de Producción de Hidrógeno por Electrólisis Alcalina. Estos esfuerzos se articulan en el marco del **LANH2**, donde la Dra. González funge además como Responsable Técnica ante la SECIHTI (antes CONAHCYT).

Las líneas de trabajo incluyen el diseño de procesos de electrólisis, el análisis electroquímico de materiales y la evaluación de sistemas para la producción y almacenamiento de hidrógeno, con el objetivo de contribuir a la transición energética del país.

El LANH2 al ser un Laboratorio Nacional está conformado por 6 instituciones, el IPN (considerando también al CINVESTAV Saltillo), Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y, los Institutos Tecnológicos de Cancún (TECNM-Cancún) y de Tijuana (TECNM-Tijuana), así como 23 instituciones participantes, conformando una red nacional con más de 40 investigadores y capacidades técnicas de vanguardia. Este laboratorio se inserta en el marco de los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) de la SECIHTI (antes CONAHCYT), en particular el de Energía y Cambio Climático, alineado a las políticas

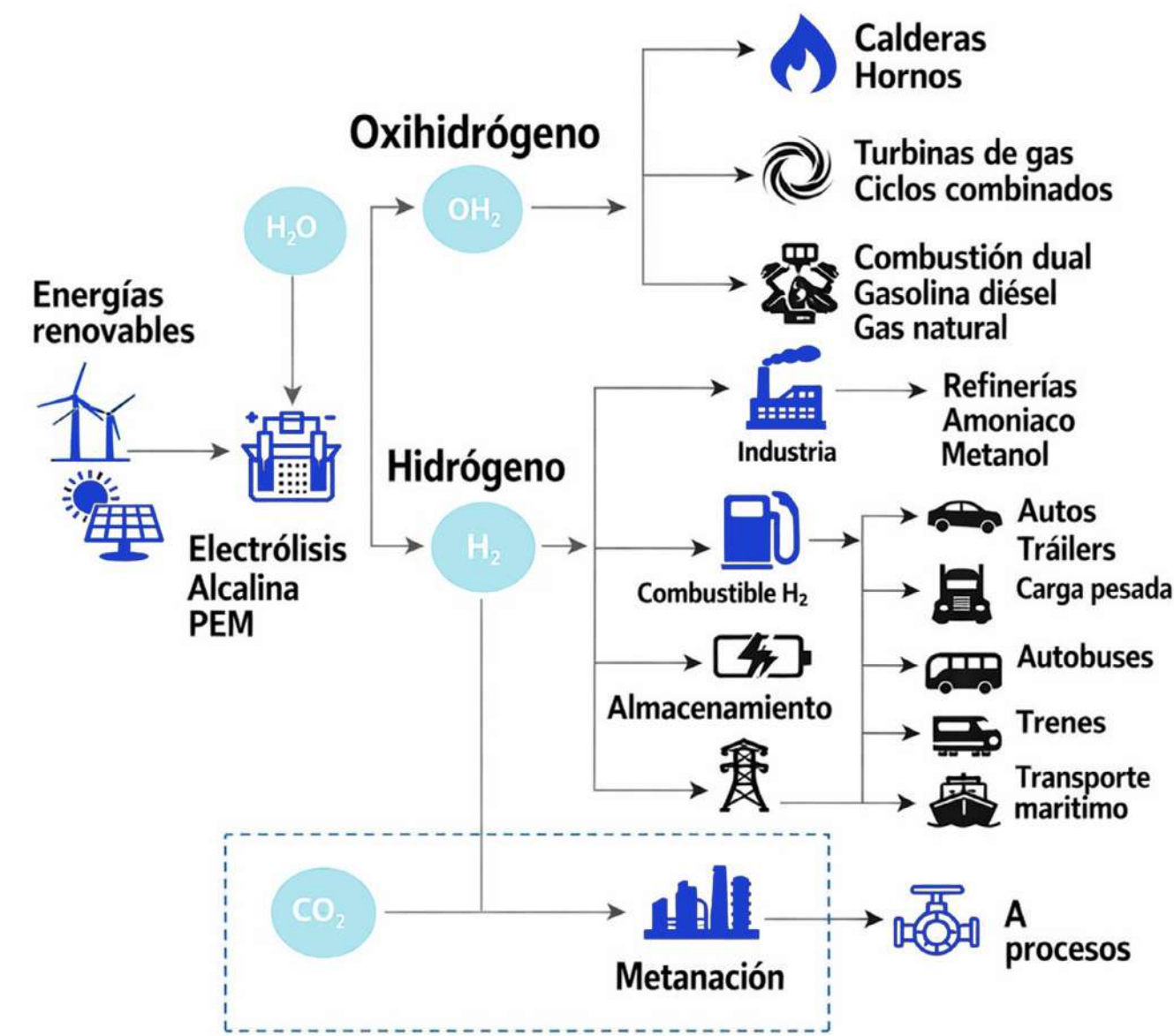
de la Secretaría de Energía (SENER) para fomentar una matriz energética sustentable, soberana y baja en carbono.

En otras palabras, esta iniciativa nacional busca consolidar la soberanía científica y tecnológica del país mediante la articulación de capacidades institucionales para atender desafíos ambientales, energéticos y sociales prioritarios mediante la energía del hidrógeno. Sus aplicaciones abarcan sectores estratégicos como el industrial, residencial, movilidad, generación de energía, y educación superior. Además, el LANH2 considera toda la cadena de valor de las tecnologías del hidrógeno desde la producción por electrólisis PEM y alcalina, el almacenamiento y los usos en procesos de combustión y celdas de combustible.

**“
... esta iniciativa nacional busca consolidar la soberanía científica y tecnológica del país mediante la articulación de capacidades institucionales para atender desafíos ambientales, energéticos y sociales prioritarios mediante la energía del hidrógeno.
”**

Gracias a su experiencia y capacidades tecnológicas, el IPN refuerza su papel como referente nacional en innovación energética al fomentar la investigación aplicada, el desarrollo de patentes, la publicación de artículos científicos y la formación de profesionales especializados en tecnologías del hidrógeno, contribuyendo así a acelerar la transición hacia un modelo energético bajo en carbono y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) y la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI). **BV**

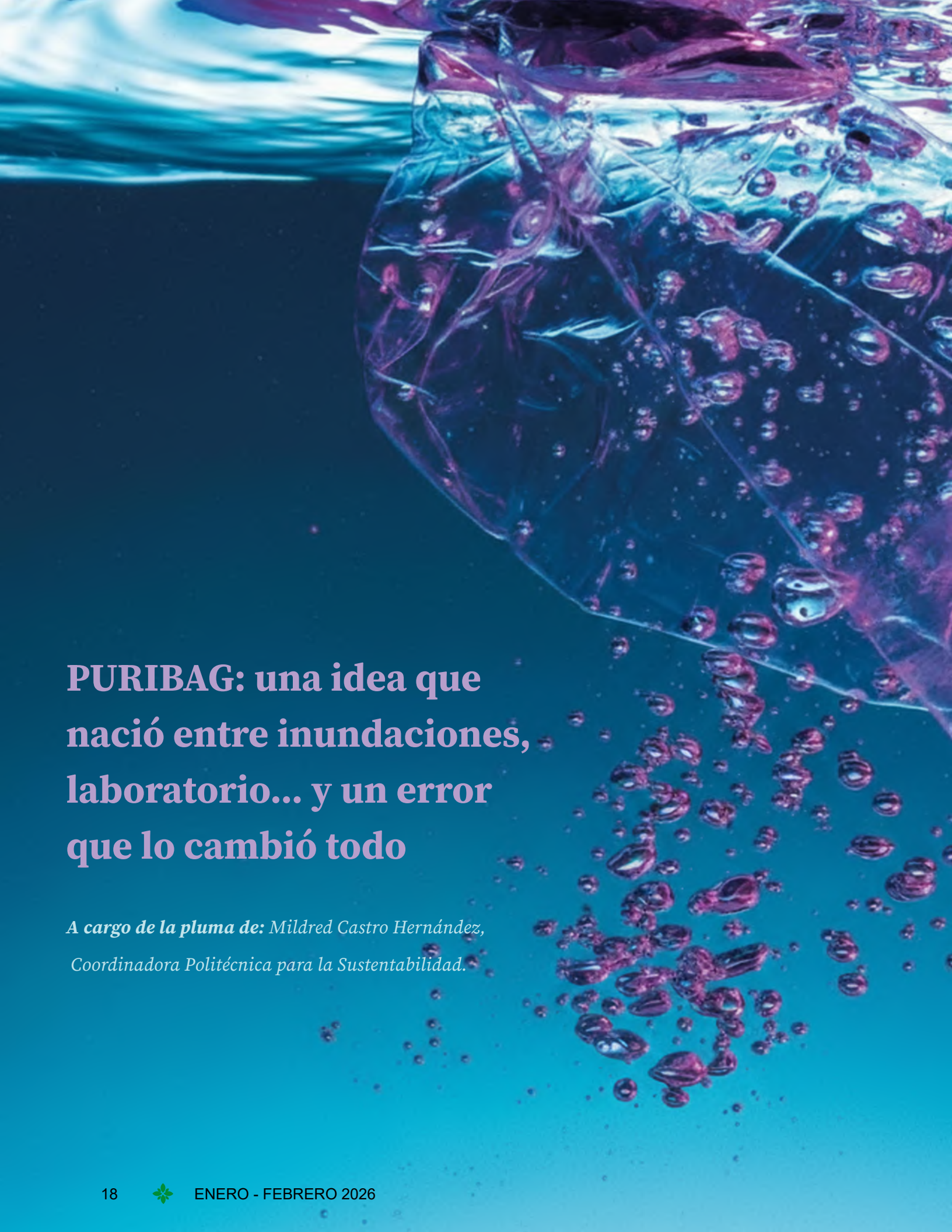
**“
... el IPN refuerza su papel como referente nacional en innovación energética al fomentar la investigación aplicada, el desarrollo de patentes, la publicación de artículos científicos y la formación de profesionales especializados en tecnologías del hidrógeno...
”**



Esquema de las posibles aplicaciones del H_2 en México.

Fuente: González Huerta, R. G., & Sandoval Pineda, J. M. (2022). Ahorro energético y soberanía nacional en la producción de energía con uso de hidrógeno en las centrales eléctricas. *Revista del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*, (33), enero-marzo. Disponible en: https://www.fide.org.mx/revista/eficiencia_energetica_33.pdf





PURIBAG: una idea que nació entre inundaciones, laboratorio... y un error que lo cambió todo

A cargo de la pluma de: Mildred Castro Hernández,
Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad.

Iniciativa politécnica: *Impulsando soluciones*

No todas las innovaciones empiezan con un gran plan. Algunas nacen de una conversación casual, de una molestia compartida o de mirar con atención algo que, en teoría, salió mal. **Así empezó Puribag.**

La historia es sencilla: Cristian Martínez Domínguez y Delia Guadalupe Robles Galeana, estudiantes de octavo semestre de la Ingeniería en Sistemas Energéticos y Redes Inteligentes, de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad (UPIEM), del IPN, querían que su proyecto universitario sirviera para algo real. No solo para cumplir con una materia, sino para responder a un problema que veían todos los días. Inundaciones, basura acumulada, coladeras tapadas y agua cada vez más contaminada. Todo eso estaba ahí, afuera del salón y del laboratorio.

El punto de quiebre llegó cuando decidieron unir dos mundos que rara vez se tocan: el plástico y el tratamiento del agua.

Un proyecto que nació pensando en el agua

Puribag se desarrolló para presentarse en INNODROP, una iniciativa enfocada en impulsar soluciones universitarias innovadoras para los grandes retos hídricos del país. Desde el inicio, el enfoque era claro: agua, contaminación y viabilidad real, no ideas imposibles de aplicar.

Por eso el equipo decidió empezar con algo cotidiano y problemático: una bolsa de plástico. No porque la bolsa fuera el objetivo final, sino porque representa uno de los residuos más visibles y dañinos para el sistema hídrico urbano. Bolsas que terminan en coladeras, en canales, en ríos, y que agravan inundaciones cada temporada de lluvias.

Ese primer planteamiento no solo funcionó: Puribag resultó ser uno de los ganadores de INNODROP, lo que confirmó que la idea no solo era creativa, sino pertinente.

Entonces... ¿qué es Puribag?

Puribag es una bolsa hecha con polímeros solubles a la que se le incorpora un fotocatalizador. Cuando la

bolsa entra en contacto con el agua y recibe luz -del sol o del ambiente- empieza a disolverse poco a poco.

Hasta ahí, podría sonar como otra bolsa “biodegradable”. Pero aquí viene la diferencia: mientras se disuelve, ayuda a limpiar el agua.

“
Puribag es una bolsa hecha con polímeros solubles a la que se le incorpora un fotocatalizador...

... mientras se disuelve, ayuda a limpiar el agua

”

El proyecto busca atacar dos problemas al mismo tiempo:

1. La acumulación de plásticos que empeora inundaciones.
2. La presencia de contaminantes orgánicos, sobre todo bacterias, en cuerpos de agua.

¿Qué significa que un plástico “se disuelva”?

No se rompe en pedacitos ni se convierte en microplásticos invisibles. La intención es que el material realmente se diluya, en condiciones normales: temperatura ambiente y exposición a la luz.

En pruebas realizadas, el proceso comienza a notarse en cuestión de días y puede completarse en una o dos semanas, sin necesidad de hornos, compostaje industrial o condiciones irreales. Esto es importante, porque muchas bolsas “compostables” solo funcionan en escenarios que rara vez existen fuera del laboratorio.

El verdadero protagonista: el fotocatalizador

El corazón del proyecto no es la bolsa, sino el fotocatalizador de dióxido de titanio que contiene.

Este material no es extraño ni peligroso. Se usa en bloqueadores solares, cosméticos y productos de uso

cotidiano. En Puribag, su función es activar reacciones químicas cuando recibe luz, permitiéndole atacar y degradar materia orgánica.

En otras palabras, cuando el fotocatalizador se activa, empieza a “comerse” la contaminación orgánica del agua.

El descubrimiento que no estaba planeado

Al inicio, el equipo pensó que su principal campo de acción serían los metales pesados, pero al analizar muestras reales de agua -pluvial, residual y de canales urbanos-, se encontraron con otra realidad: el problema más grave era bacteriológico.

Y aquí ocurrió algo inesperado...

En una de las pruebas, el fotocatalizador se dejó actuando más tiempo del previsto. En lugar de detenerse, siguió trabajando. Las bacterias seguían desapareciendo. No fue un resultado planeado, fue un error... pero uno que supieron observar.

Así descubrieron que el material tenía una afinidad particular por bacterias como *Escherichia coli*. No solo

iniciaba el proceso de purificación, sino que lo mantenía activo por más tiempo del esperado. **Ese error cambió el rumbo del proyecto.**

¿Qué puede limpiar y qué no?

Hoy, Puribag ha demostrado eficacia principalmente contra:

- Bacterias patógenas.
- Materia orgánica presente en aguas contaminadas.

El equipo es muy claro en esto: no convierte el agua en potable. No sustituye una planta de tratamiento ni pretende hacerlo. El agua está pensada para usos no potables, como riego, limpieza o almacenamiento temporal, especialmente en contextos donde el acceso al agua es limitado.

Y qué pasa cuando la bolsa ya no está?

Una de las preguntas más delicadas tiene que ver con las nanopartículas del fotocatalizador. Cuando el polímero se disuelve, estas quedan en el agua y continúan su función degradando orgánicos.



“Una de las preguntas más delicadas tiene que ver con las nanopartículas del fotocatalizador. Cuando el polímero se disuelve, estas quedan en el agua y continúan su función degradando orgánicos.”

Hasta ahora, no se ha observado que generen efectos tóxicos, y el dióxido de titanio es considerado un material seguro. Aun así, el equipo reconoce que este punto necesita más estudios y validaciones antes de pensar en una aplicación masiva.

Mucho más que una bolsa...

La bolsa fue el inicio porque INNODROP pedía soluciones concretas para el agua. Pero el verdadero potencial de Puribag está en otro lado: en la posibilidad de integrar el fotocatalizador a distintos materiales, desde recubrimientos hasta empaques o membranas para tratamiento de agua. La bolsa es solo la primera prueba de que la idea funciona fuera del papel.

“... el verdadero potencial de Puribag está en otro lado: en la posibilidad de integrar el fotocatalizador a distintos materiales, desde recubrimientos, hasta empaques o membranas para tratamiento de agua.”

Innovar sin prometer milagros

Puribag no es una solución mágica. No lo pretende. Es un proyecto en construcción, con límites claros, preguntas abiertas y mucho trabajo por delante. Pero también es una muestra de algo poderoso: que, desde el politécnico, con curiosidad, colaboración y la capacidad de aprender del error, pueden surgir ideas que cambien la forma en que vemos un problema tan cotidiano como una bolsa de plástico.

A veces, innovar no es inventar algo completamente nuevo, sino mirar de otra manera lo que ya tenemos entre las manos. **BV**



BLUECHAR: cuando el sargazo se convierte en tecnología para limpiar el agua

A cargo de la pluma de: Las y los estudiantes de maestría: Frida Consepcion López López, Ángel Eduardo Lugo Dorantes, José Fernando Carmona Neri, Geovani Flores Sanchez y, Jorge Alberto Mendoza Pérez (investigador), en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN).

Iniciativa politécnica: Impulsando soluciones

La industria textil genera efluentes que contienen colorantes y compuestos orgánicos capaces de degradar los cuerpos de agua y afectar tanto a los ecosistemas como a la salud humana (CONAGUA, 2020). Esta problemática exige el desarrollo de tecnologías de tratamiento eficientes y alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), especialmente el 6. Agua Limpia y Saneamiento (CEPAL, 2024). Los tratamientos electroquímicos destacan por su alta remoción y baja generación de lodos, pero su costo depende de materiales de electrodos y consumo energético.

Entre las alternativas disponibles, los tratamientos electroquímicos destacan por su alta eficiencia en la remoción de contaminantes y por la baja generación de lodos; sin embargo, su viabilidad económica suele estar condicionada por el costo de los materiales de los electrodos y el consumo energético. En este contexto, el sistema BLUECHAR propone el aprovechamiento del sargazo para la fabricación de electrodos de biochar y su operación mediante energías renovables (SEMAR, 2024), reduciendo costos y disminuyendo la dependencia de materiales convencionales.

“
... el sistema BLUECHAR propone el aprovechamiento del sargazo para la fabricación de electrodos de biochar y su operación mediante energías renovables (SEMAR, 2024), reduciendo costos y disminuyendo la dependencia de materiales convencionales.
”

La industria textil consume aproximadamente de 79 mil millones de m³/año de agua, equivalente al 20% del uso industrial global (WWF, 2022). En México, además, sus descargas suelen contener elevadas concentraciones de materia orgánica, colorantes y metales pesados (CONAGUA, 2020). Paralelamente, el incremento del sargazo en el Caribe, especialmente *Sargassum natans* y *S. fluitans*, ha generado impactos negativos en los ecosistemas costeros y en sectores

como el turismo y la pesca. Tan solo en 2024, a las costas mexicanas arribaron 13,207.96 toneladas de biomasa (SEMAR, 2024), lo que ha impulsado la búsqueda de estrategias para su valorización, entre ellas su transformación en biochar.

En este proyecto se desarrollaron electrodos a partir de biochar derivado de *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*, destinados a su uso en sistemas electroquímicos para el tratamiento de aguas residuales textiles. Estos electrodos favorecen la remoción de contaminantes orgánicos e inorgánicos y forman parte de un dispositivo denominado BLUECHAR, que integra principios de economía circular al transformar sargazo —un problema ambiental y turístico— en un material funcional de bajo costo mediante procesos de pirólisis (SEMAR, 2024).

El electrodo se fabricó a través de pirólisis controlada, seguida de procesos de compactación y tratamiento térmico, con el fin de optimizar su porosidad, conductividad eléctrica y aumentar la eficiencia energética del sistema electroquímico.

El sistema electroquímico BLUECHAR destaca por su origen biogénico, lo que reduce el impacto ambiental asociado al uso de materiales convencionales como cobre, acero o electrodos de aluminio. Su producción requiere menor consumo energético y coincide con estudios que identifican al biochar como un material funcional, eficiente y de bajo impacto para aplicaciones electroquímicas. Además, BLUECHAR mejora la remoción de colorantes y compuestos orgánicos, en concordancia con investigaciones que demuestran la eficacia del biochar estructurado en procesos de oxidación de contaminantes. El sistema evita la generación de lodos y reduce la dependencia de insumos industriales (Hernández-Maldonado *et al.*, 2024).

“
...BLUECHAR mejora la remoción de colorantes y compuestos orgánicos...
”

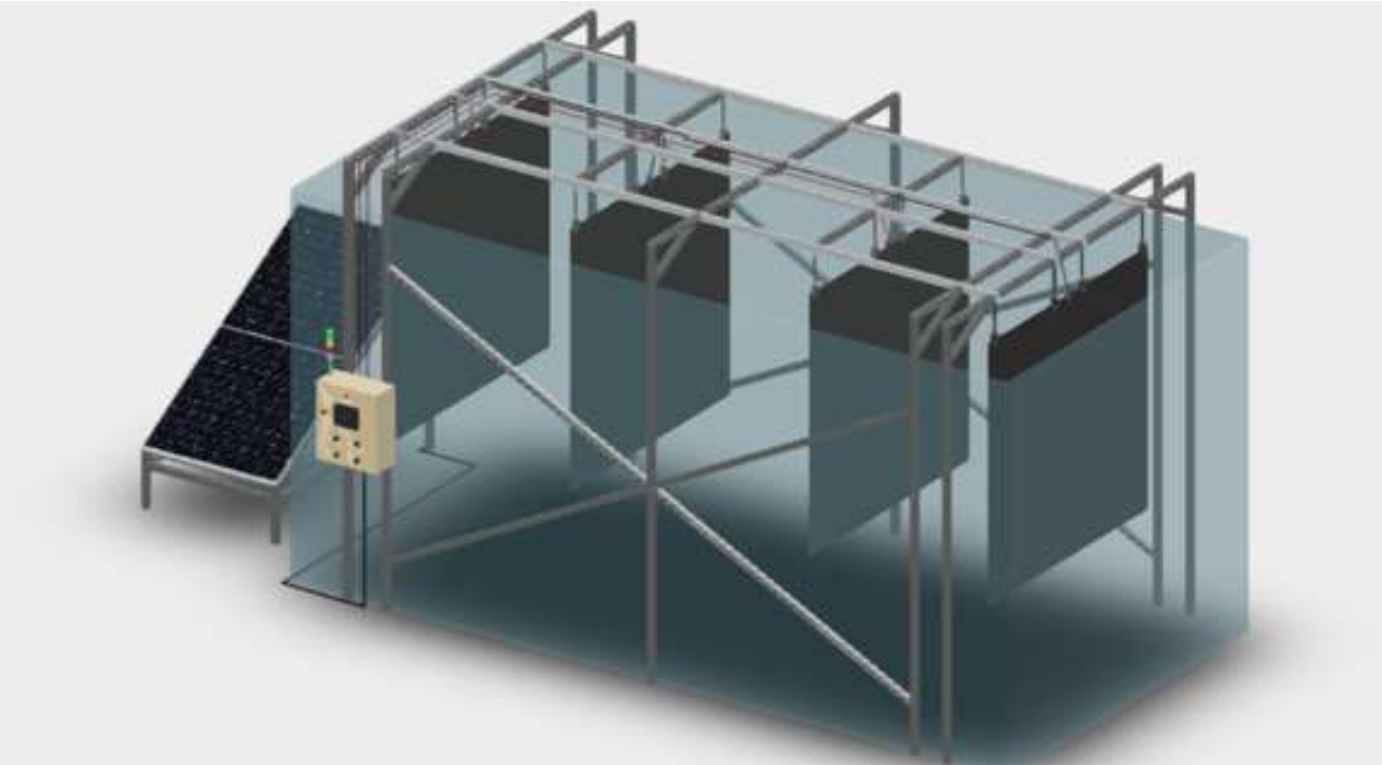
Si bien el proyecto se encuentra aún en fase de laboratorio, su diseño contempla el escalamiento hacia aplicaciones piloto e industriales, aprovechando la alta disponibilidad de sargazo y la creciente necesidad de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas. La valorización de esta biomasa contribuye a disminuir la dependencia de otros materiales y promueve ciclos productivos circulares.

Asimismo, el uso de procesos electroquímicos reduce el empleo de reactivos químicos y la generación de residuos en comparación con métodos convencionales. La integración de energía solar permite disminuir emisiones indirectas y mejorar la sustentabilidad global del sistema (Naje *et al.*, 2016). De este modo, sargazo, biochar y energía fotovoltaica se articulan en un proceso de bajo impacto ambiental.

El desarrollo del sistema electroquímico BLUECHAR demuestra cómo los retos ambientales pueden convertirse en oportunidades de innovación tecnológica. La valorización del sargazo para la obtención de biochar permite, por un lado, atender la acumulación de esta biomasa en las costas y, por otro, mejorar el tratamiento de aguas residuales de la industria textil, incrementando la remoción de contaminantes y reduciendo el consumo energético. Integrado en un proceso electroquímico optimizado, BLUECHAR promueve un enfoque de economía circular basado en materiales locales, tecnologías limpias y bajo impacto ambiental.

El proyecto contempla escalamiento a plantas piloto, fortaleciendo la colaboración entre academia e industria para implementar soluciones sustentables en escenarios reales. **BV**

“
Si bien el proyecto se encuentra aún en fase de laboratorio, su diseño contempla el escalamiento hacia aplicaciones piloto e industriales, aprovechando la alta disponibilidad de sargazo...
”



Prototipo del electrodo BLUECHAR fabricado a partir de biochar de sargazo. **Fuente:** elaboración propia (2025).



Cuando llamaron ciencia ficción a la ciencia

A cargo de la pluma de: Mtro. Modesto Cárdenas García, Presidente del Decanato del IPN.

Opiniones del cambio: Trascendiendo límites

En 1991 fui invitado a participar en una mesa de discusión sobre los problemas ambientales que comenzaban a perfilarse como grandes retos para la humanidad. Cuando llegó mi turno de intervenir, hablé de lo que entonces parecía lejano para muchos, pero que ya se anunciaba con claridad desde la ciencia.

Uno de esos temas era el llamado agujero de ozono en el Polo Sur. Expliqué que no se trataba de un vacío literal, sino del adelgazamiento de la capa atmosférica que filtra los rayos ultravioleta provenientes del sol, altamente dañinos para los seres vivos. Ese adelgazamiento era consecuencia directa de reacciones químicas provocadas por compuestos clorofluorocarbonados, ampliamente utilizados en sistemas de refrigeraciones industriales y domésticos.

También abordé el problema del calentamiento global. Señalé que el uso intensivo del petróleo para la generación de energía eléctrica y el transporte de personas y mercancías producen gases - como el dióxido de carbono CO₂ - que impedían la liberación de la radiación infrarroja hacia el espacio. El resultado era un aumento progresivo de la temperatura de la superficie terrestre y, con ello, alteraciones profundas en el clima del planeta.

Intenté explicar, con base en el conocimiento científico disponible entonces, la naturaleza de estos fenómenos y sus efectos sobre los ecosistemas y sobre la vida humana. Al final, propuse algunas acciones y medidas que, desde aquella época, podían contribuir a mitigar los impactos ambientales derivados del modelo de desarrollo industrial dominante.

Sin embargo, la reacción no fue la esperada. El orador que tomó la palabra después de mí, comenzó su intervención con una frase que nunca olvidé: **“yo vengo a hablar de cuestiones reales, no vengo a hablarles de ciencia ficción...”**. Con ello, buscaba desacreditar no solo mis argumentos, sino la propia evidencia científica que ya alertaba sobre los límites del planeta.

Años más tarde, en 2005, el IPN vivió un momento que hoy resulta especialmente significativo. Invitamos al doctor Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, a impartir una conferencia en el auditorio del Centro Cultural Jaime Torres Bodet, en Zacatenco. El doctor Molina eligió un tema de absoluta actualidad: presentó las conclusiones de un estudio en materia de cambio climático, coordinado por la Organización de las Naciones Unidas, la ONU, en la que participaron más de cien científicos de reconocido prestigio internacional.

“
... en 2005, el IPN vivió un momento que hoy resulta especialmente significativo. Invitamos al doctor Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, a impartir una conferencia en el auditorio del Centro Cultural Jaime Torres Bodet, en Zacatenco.
”

Durante varios años, ese grupo había recopilado y analizado datos sobre los cambios posibles - y probables- en el clima de la Tierra. Era la primera vez que se hacían públicas esas conclusiones, y fue precisamente el doctor Molina quien las dio a conocer desde el IPN.

El documento advertía que, de mantenerse intacto el sistema de producción económica basado en el uso intensivo de combustibles fósiles, los efectos sobre el clima serían inevitables y relativamente cercanas en el tiempo. Una de las conclusiones centrales era el aumento progresivo de la temperatura global, que iniciaría en las regiones del norte y avanzaría hacia el ecuador. En el caso de México, se preveía que en pocas décadas se manifestarían sequías severas en estados de Chihuahua, Sonora y Sinaloa.

Ante ese escenario, algunos politécnicos propusimos la creación de un instituto especializado en el estudio del cambio climático, con el fin de anticipar riesgos y diseñar respuestas científicas y tecnológicas acordes

con la magnitud del problema. La propuesta reflejaba una convicción profunda: que el conocimiento debía traducirse en acción y responsabilidad institucional.

Más allá de aquella propuesta y hoy, más de tres décadas después de aquella mesa de discusión de 1991, las advertencias que algunos calificaron como “ciencia ficción” se manifiestan de forma tangible. Hace apenas unos días leí y escuché reportes sobre sequías severas en estados ganaderos de los Estados Unidos, particularmente en California y Texas, regiones que históricamente han abastecido de carne a millones de personas. Como consecuencia de estas sequías, se señalaba que ese país está importando grandes volúmenes de carne desde México para cubrir su demanda interna.

Especialistas han explicado que estos fenómenos están directamente relacionados con los cambios en el clima global, derivados del impacto ambiental de las reacciones químicas y físicas asociadas a los procesos industriales y al uso intensivo de recursos naturales. Lo que antes se consideraba una hipótesis alarmista, hoy es parte de la realidad cotidiana.

La historia demuestra que la ciencia no inventa futuros imaginarios: los anticipa. Y también deja claro que las instituciones que apuestan por el conocimiento, la investigación y la formación crítica como el IPN, tienen un papel fundamental en la comprensión y atención de los grandes desafíos de nuestro tiempo.

“
La historia demuestra que la ciencia no inventa futuros imaginarios: los anticipa. Y también deja claro que las instituciones que apuestan por el conocimiento, la investigación y la formación crítica como el IPN, tienen un papel fundamental en la comprensión y atención de los grandes desafíos de nuestro tiempo.
”

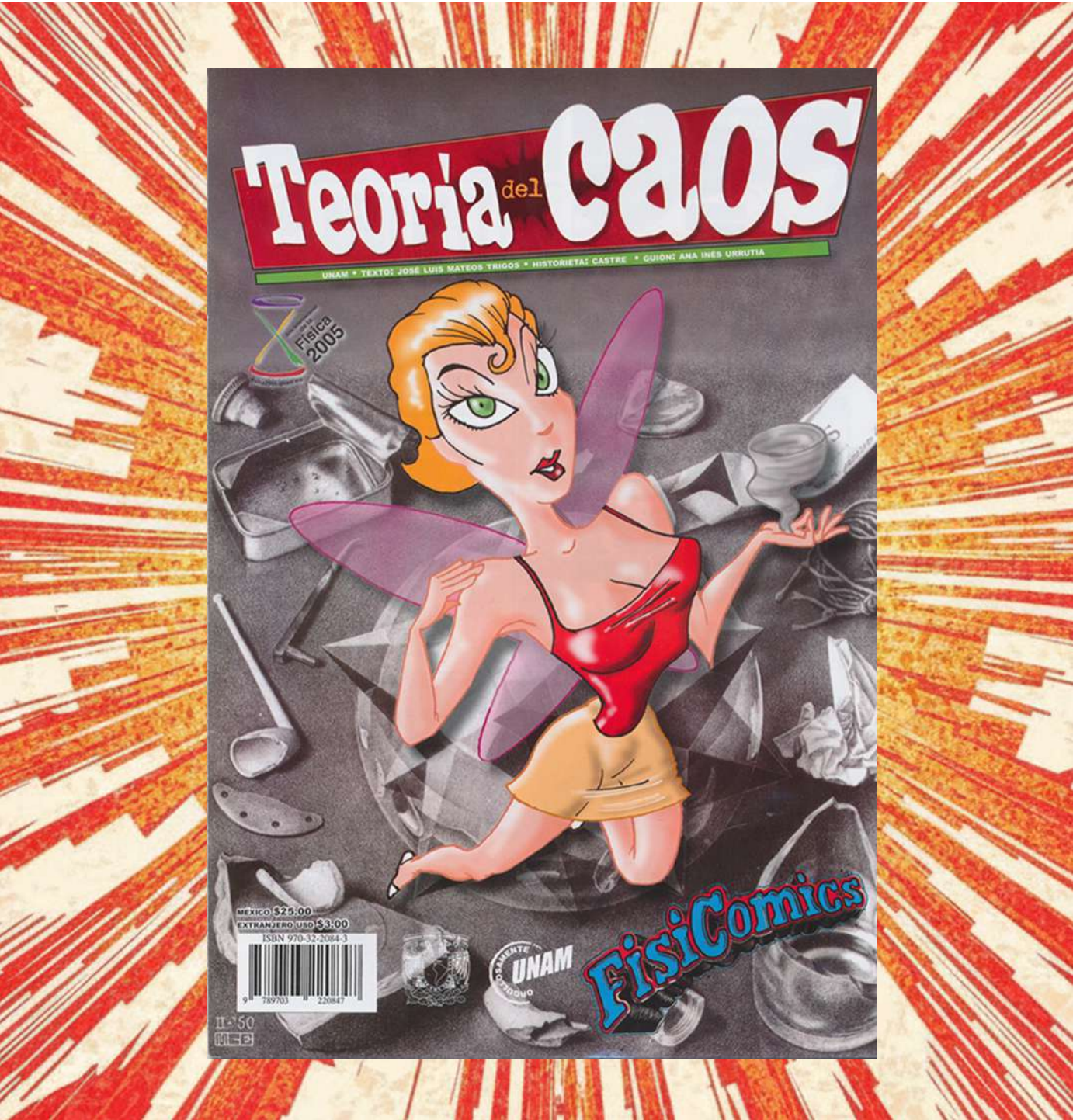
Lo que algunos llamaron ciencia ficción fue, en realidad, una advertencia temprana. Escuchar a la ciencia, fortalecer la investigación y actuar con responsabilidad colectiva ya no es una opción: es una necesidad imposterable. **BV**

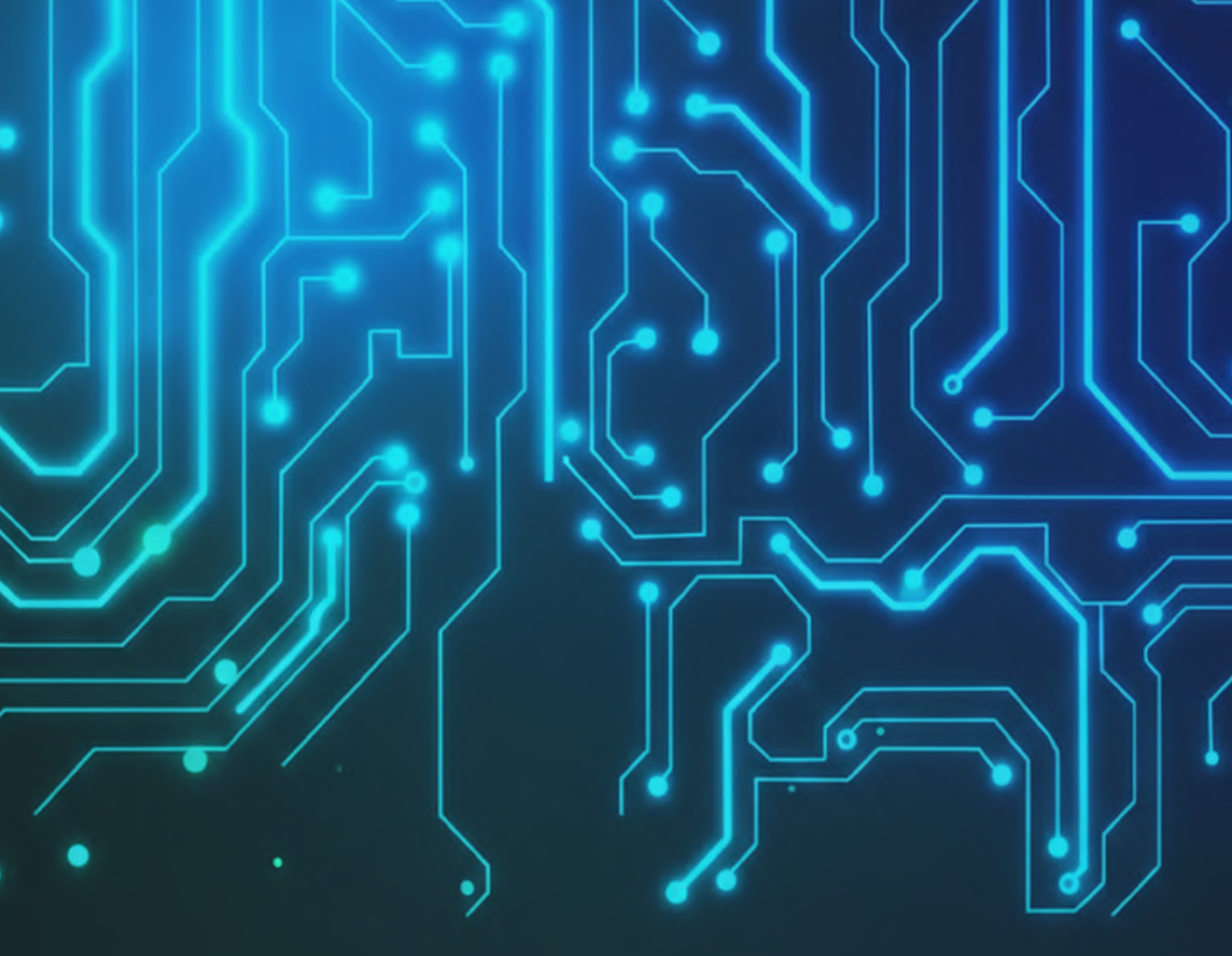


El Dr. Molina dio a conocer un informe sobre las conclusiones de un panel del IPCC, llamado TAR-1, en las que se afirma: “**El clima de la Tierra está cambiando. Las actividades humanas están cambiando las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero**”.

Advirtió que si aceptamos que existe conexión entre aumento de temperatura y de concentración de gases de efecto invernadero, entonces podemos hacer predicciones.

La relatoría de la plática impartida por el Dr. Molina en el IPN (2005), fue publicada en este [Boletín](#)





Residuos electrónicos: el lado tóxico y dorado de nuestra era digital

A cargo de la pluma de: Gicella Achuri Orjuela, Ulises Tonatiuh Buchán Linares (estudiantes); Dr. Jorge Alberto Mendóza Pérez (investigador), todos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

Opiniones del cambio: *Trascendiendo límites*

¿Cuántos cargadores tienes guardados en un cajón? ¿Y celulares viejos, laptops que ya no encienden o audífonos que perdiste de vista? Todos estos aparatos forman parte de una creciente crisis ambiental que pocos conocen, pero todos provocamos.

En un mundo digital que no deja de crecer, los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) se han convertido en una de las corrientes de residuos de mayor crecimiento a nivel global. Los RAEE, representan una amenaza por su contenido tóxico, pero también una oportunidad por sus metales valorizables. Este artículo explica su impacto, las acciones que se aplican en México y cómo puedes gestionarlos responsablemente.

¿Qué son los RAEE y por qué deberían importarnos?

Los RAEE son todos aquellos aparatos eléctricos o electrónicos que han llegado al final de su vida útil: celulares, computadoras, televisores, electrodomésticos, cables, impresoras, baterías, etc. A nivel global, son la corriente de residuos de mayor crecimiento, impulsada por el consumo acelerado, la obsolescencia programada y la constante innovación tecnológica (MADS, 2020).

Los RAEE, representan una amenaza por su contenido tóxico, pero también una oportunidad por sus metales valorizables.

Lo alarmante de este tipo de residuos es su composición interna, ya que muchos de estos contienen sustancias peligrosas como plomo, mercurio, cadmio y cromo, además de retardantes de flama bromados, los cuales al ser manejados de forma inadecuada pueden llegar a generar efectos cancerígenos, dependiendo sus niveles de exposición. Sin embargo, no todos los metales presentes en estos residuos representan riesgos, hay otros como el oro, plata cobre y paladio, que representan oportunidades económicas al ser recuperados (Namias, 2013; Kaya, 2016).

“... no todos los metales presentes en estos residuos representan riesgos, hay otros como el oro, plata cobre y paladio, que representan oportunidades económicas al ser recuperados.”

El impacto oculto: contaminación que no se ve

Cuando estos residuos se desechan junto con los residuos comunes o se abandonan, sus componentes se degradan lentamente, liberando metales y compuestos tóxicos al ambiente, los cuales:

- Se acumulan en el suelo, alterando su fertilidad y cultivos.
- Infiltran aguas subterráneas, llegando a ríos, pozos y lagos.
- Entran en la cadena alimentaria, afectando animales y humanos.
- Ponen en riesgo a trabajadores informales, que los manipulan sin protección.

Los daños a la salud incluyen efectos neurológicos, renales, respiratorios y reproductivos, además de impactos acumulativos en niños y comunidades vulnerables (Cui et al., 2017).

Marco regulatorio y programas de recolección

Existen convenios internacionales como el de Basilea, Rotterdam, Estocolmo y Minamata que buscan regular el manejo seguro de residuos peligrosos, incluidos los electrónicos, protegiendo la salud y el ambiente a nivel global.

En México, la constitución garantiza el derecho a un ambiente sano, y las leyes como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIRY y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), definen el manejo de estos residuos. Al ser considerados de manejo especial, la NOM-161-

SEMARNAT-2011 obliga a fabricantes, distribuidores e importadores a implementar planes de manejo.

En la Ciudad de México, su recolección se realiza principalmente mediante el programa Reciclatrón, con jornadas mensuales, además de campañas en escuelas y eventos organizados por instituciones como el propio IPN, la UNAM, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), gobiernos locales, entre otros.

¿Y la parte buena?

Una gestión adecuada, permite recuperar metales valiosos, entre los más comunes el oro, plata, cobre y paladio; una tonelada de celulares puede tener hasta 300 gramos de oro, más que una tonelada de mineral (Kaya, 2016). En 2019, el valor de los RAEE desechados fue de 57 mil millones de dólares, pero se recuperó menos del 20% (MADS,2020). Su reciclaje formal ayuda a reducir impactos ambientales, evitar la minería intensiva y aprovechar económicamente sus componentes (Namias, 2013; ILO,2015).

“
Su reciclaje formal ayuda a reducir impactos ambientales, evitar la minería intensiva y aprovechar económicamente sus componentes.
”

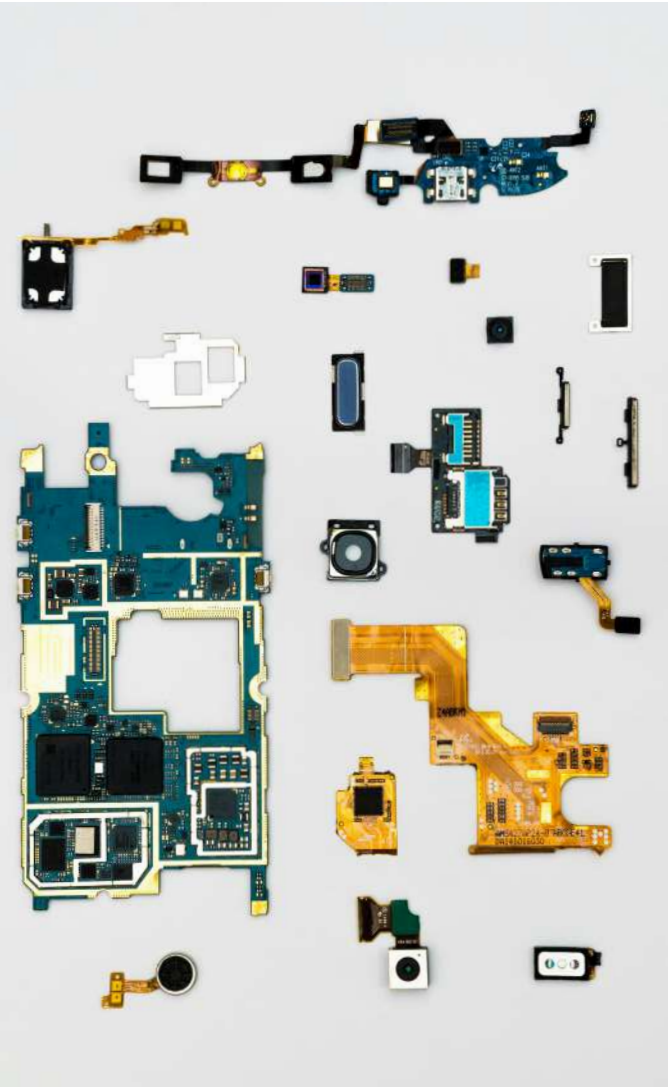
¿Qué puedes hacer tú?

Puedes ayudar a reducir el impacto de los RAEE y fomentar su aprovechamiento responsable, a través de acciones como:

- No tirarlos con la basura común.
- Llevarlos a centro de acopio autorizados. (Busca campañas de recolección en tu comunidad, escuela o universidad).
- Repara, reutiliza o dona antes de desechar.

- Compra responsablemente: elige marcas que ofrezcan garantías, reparaciones y reciclaje.
- Infórmate acerca de programas de recolección de los residuos que tienen algunas marcas.
- Comparte esta información, la conciencia colectiva es la mejor herramienta para el cambio.

Este tipo de residuos son uno de los grandes retos ambientales actuales, pero también una oportunidad para impulsar la sustentabilidad. Si adoptamos un consumo responsable, exigimos mejores políticas y participamos activamente en su reciclaje, podemos transformar este problema en una fuente de recursos, empleo y cambio positivo. **BV**



Microplásticos en la atmósfera: el viaje del IPN hasta la Antártida

Parte II

A cargo de la pluma de: Mario Alberto Mendoza-Bárcenas, investigador del Centro de Desarrollo Aeroespacial; Ana Lilia Coria-Páez, investigadora de la Escuela Superior de Comercio y Administración, unidad Tepepan; David Macedo-Ángeles, estudiante Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas y; Felipe Caballero-Briones, investigador en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, unidad Altamira, todos en el IPN.

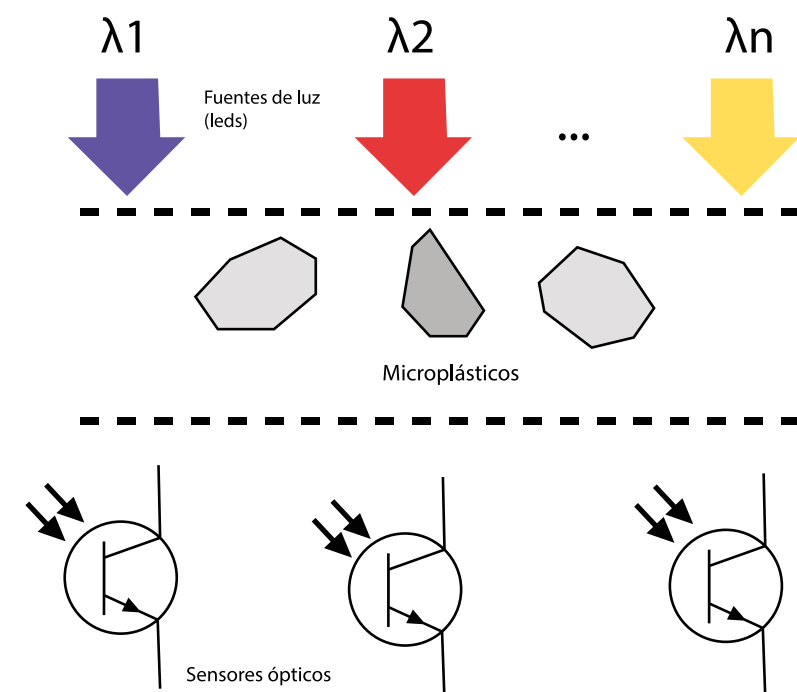
Tendencias sin fronteras: Hacia un futuro verde

En la primera parte de Microplásticos en la atmósfera: el viaje del IPN hasta la Antártida, publicada previamente en [Brújula Verde](#) (páginas 22-25), se narró un hecho sin precedentes: la llegada de la ciencia mexicana a uno de los territorios más extremos y simbólicos del planeta. Ahí se explicó cómo el módulo experimental **EMIDSS-6**, desarrollado por investigadores del IPN en colaboración con la NASA y la UNAM, fue lanzado desde la Antártida con el objetivo de explorar la presencia de microplásticos en la atmósfera, validar instrumentación en condiciones extremas y abrir nuevas rutas para la investigación ambiental de frontera. Aquella primera entrega puso sobre la mesa una idea clave: incluso los lugares más remotos del planeta ya no están completamente aislados de la huella humana.

En esta segunda parte, la atención se desplaza del “cómo llegamos” al “qué estamos empezando a entender”. Sin repetir el trayecto ni los hitos del lanzamiento, el énfasis se coloca en los primeros hallazgos ambientales y en el valor científico de haber observado la atmósfera antártica desde una perspectiva poco explorada: la estratósfera como espacio de tránsito de contaminantes emergentes: microplásticos atmosféricos.

La Antártida no es solo hielo y silencio. Es un regulador climático global, un archivo natural del pasado del planeta y un punto de referencia indispensable para entender los cambios que hoy están en marcha. Observar lo que ocurre en su atmósfera permite asomarse a procesos que, en otras regiones, quedan ocultos por la actividad humana cotidiana. Los datos recuperados durante la misión **EMIDSS-6** no se leen en forma aislada: dialogan con preguntas más amplias sobre el clima, la energía solar, y dan cuenta del comportamiento del aire y la manera en que partículas diminutas como los microplásticos, pueden viajar miles de kilómetros sin fronteras visibles.

Uno de los aprendizajes más relevantes tiene que ver con la dinámica térmica y atmosférica registrada durante el vuelo. Las mediciones de temperatura en capas altas de la atmósfera mostraron contrastes significativos respecto a las condiciones en superficie, reforzando la importancia del albedo, entendida como la capacidad del hielo para reflejar la radiación solar en el balance climático del planeta. Estos datos, más allá de su valor técnico, señalan algo fundamental: cuando el hielo se pierde, no solo desaparece un paisaje, también se altera un mecanismo natural que ayuda a regular la temperatura global.



Experimento para detección de microplásticos en la estratósfera.

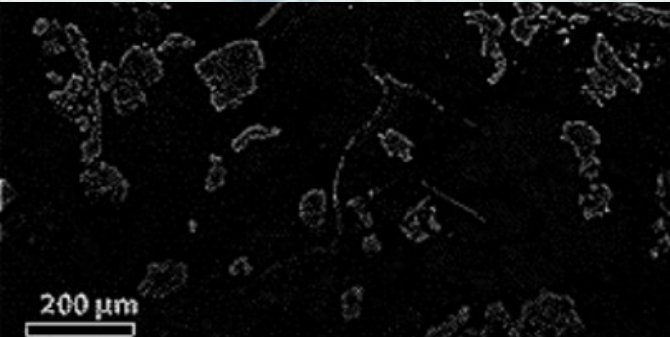
“

Las mediciones de temperatura en capas altas de la atmósfera mostraron contrastes significativos respecto a las condiciones en superficie, reforzando la importancia del albedo, entendida como la capacidad del hielo para reflejar la radiación solar en el balance climático del planeta.

”

En paralelo, la misión permitió probar un sistema innovador para la detección de partículas atmosféricas: las partículas pasan a través de un tubo que registra las partículas con un arreglo de emisores de luz y sensores ópticos. Cuando una partícula es detectada, se le hace una fotografía que se somete a técnicas de análisis de imagen para recuperar la información de forma y tamaño de las partículas. El sistema desarrollado incluye un algoritmo diseñado para optimizar el consumo de energía de la cámara que adquiere las imágenes, ya que, en misiones como ésta, el suministro de electricidad depende de baterías.

Aunque los resultados sobre el tipo y composición de los microplásticos se encuentran en una fase inicial, el solo hecho de haber operado este tipo de instrumentación en condiciones extremas abre la puerta a futuras investigaciones más precisas, comparables y de largo alcance. La Antártida, en este sentido, funciona como una línea base: un punto de referencia desde el cual es posible contrastar lo que ocurre en regiones más industrializadas del planeta.



Fotografías de partículas (izquierda) y tratamiento de la imagen (derecha) (reproducido de Rivero-Ángeles et al., 2025) con licencia CC-BY).

Más allá de las cifras, trayectorias o algoritmos, esta segunda parte subraya algo esencial: la contaminación por plásticos no es solo un problema visible en playas, ríos o ciudades. Es un fenómeno aéreo, móvil y global. Que existan indicios de partículas en suspensión en un entorno tan remoto refuerza la idea de que el planeta funciona como un sistema interconectado, donde lo que se produce, consume y desecha en un lugar puede terminar afectando a otro aparentemente lejano e inalcanzable.

“

Que existan indicios de partículas en suspensión en un entorno tan remoto refuerza la idea de que el planeta funciona como un sistema interconectado...

”

Esta participación politécnica en la investigación antártica no solo representa un logro científico y tecnológico. Los datos que hoy se analizan contribuirán a discusiones más amplias sobre calidad del aire, gestión de plásticos, cambio climático y políticas públicas, tanto a nivel nacional como internacional.

Continuará la historia. Entender cómo viajan los microplásticos en la atmósfera es, entender cómo funciona el sistema planetario.

Agradecimientos:

Se agradece a Hugo Franco, Scott Battaion y Robert Salter del Programa de Globos Científicos de la NASA por los datos compartidos de la plataforma STFU durante la campaña FY26. **BV**



Innovación mexicana ante el sargazo: Centro Estatal de Monitoreo Ambiental y Sargazo de Quintana Roo

A cargo de la pluma de: Hidrobiólogo Esteban Jesús Amaro Mauricio, Coordinador del Centro de Monitoreo Ambiental y de Sargazo, Quintana Roo.

El Centro Estatal de Monitoreo Ambiental y Sargazo de Quintana Roo simboliza un cambio profundo en la manera en que México enfrenta uno de los fenómenos ambientales más complejos de las últimas décadas. Su creación refleja una apuesta clara por la ciencia aplicada, la innovación tecnológica y la toma de decisiones basada en información estratégica, en un contexto donde los retos ambientales ya no admiten respuestas improvisas o fragmentadas.

Más que una infraestructura técnica, este Centro encarna una nueva visión de gobernanza ambiental: anticipar en lugar de reaccionar, coordinar en lugar de dispersar esfuerzos y transformar el conocimiento en acción concreta. Desde Quintana Roo, esta iniciativa coloca a México en una posición de liderazgo regional, demostrando que es posible construir soluciones propias, de alto nivel y con proyección internacional frente a desafíos ambientales globales.

Así se traza esta historia, desde la experiencia y pluma de Esteban Amaro, Coordinador de este importante Centro nacional.

El primer Centro de Monitoreo Ambiental y de Sargazo de México comenzó sus operaciones en agosto del 2025, instalado en el Centro de Comando, Control, Cómputo y Comunicaciones (C5) de la Secretaría de Seguridad Ciudadana de Quintana Roo. La puesta en marcha de este proyecto de monitoreo, impulsado por la Gobernadora Mara Lezama, coincide con el año con mayores registros de biomasa de sargazo flotante en el Mar Caribe y Océano Atlántico Central, alcanzando en el pasado año 2025, unas 37.5 millones de toneladas métricas, según lo estimado por el Laboratorio de Oceanografía Óptica de la Universidad del Sur de la Florida, situación que ha podido ser validada por nuestra propias observaciones en el Centro Estatal de Monitoreo Ambiental del Sargazo del Estado de Quintana Roo. Debido a esta producción extraordinaria de sargazo, se alcanzó en la Región del Caribe Mexicano una recolección de biomasa acumulada en los 10 municipios costeros de la entidad, más de 92,000 toneladas, según lo registrado de manera oficial hasta noviembre del 2025.

El CMAS el primer centro del país y del Caribe especializado en descargar, procesar y analizar imágenes de los satélites de la Constelación Copernicus, específicamente los Sentinel-2, 3 y 5 P, de la Agencia Espacial Europea (ESA), así como otras herramientas tecnológicas para anticipar el arribo del alga, como vuelo en campo de vehículos no tripulados y drones equipados con tecnología infrarroja y LiDAR, así como el uso de cámaras web del mismo sistema de monitoreo del C5, muchas de ellas ya instaladas con anterioridad en las playas del Caribe Mexicano. El propósito de este Centro de Monitoreo es hacer más eficientes las labores de los equipos y brigadas de limpieza en las costas, determinar los emplazamientos de la colocación de barreras antisargazo en los puntos de mayor arribo, para frenar la llegada de los arribos masivos de sargazo a las playas, así como la implementación y ejecución de los protocolos de monitoreo, contención, deflexión, limpieza y aprovechamiento del sargazo.

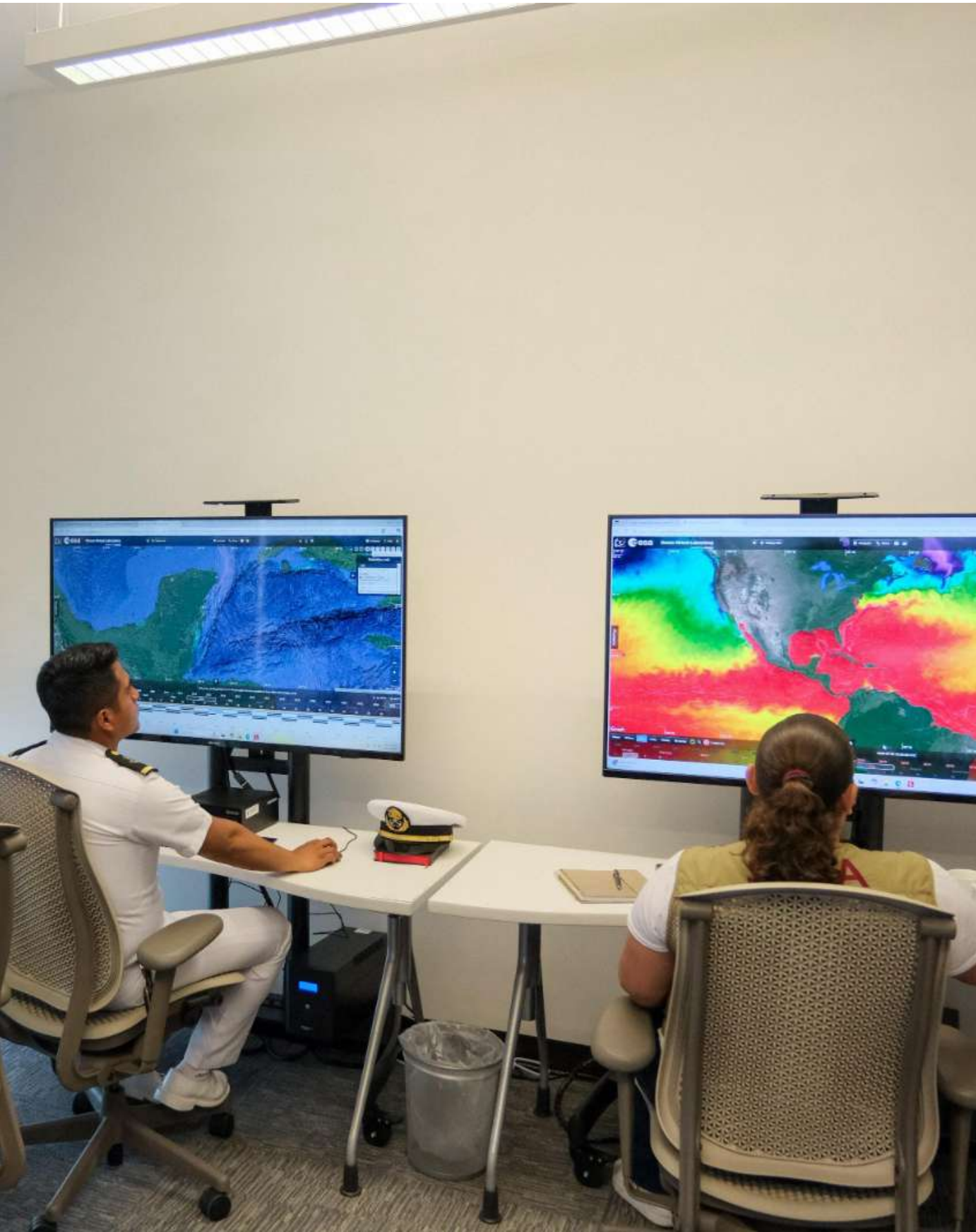
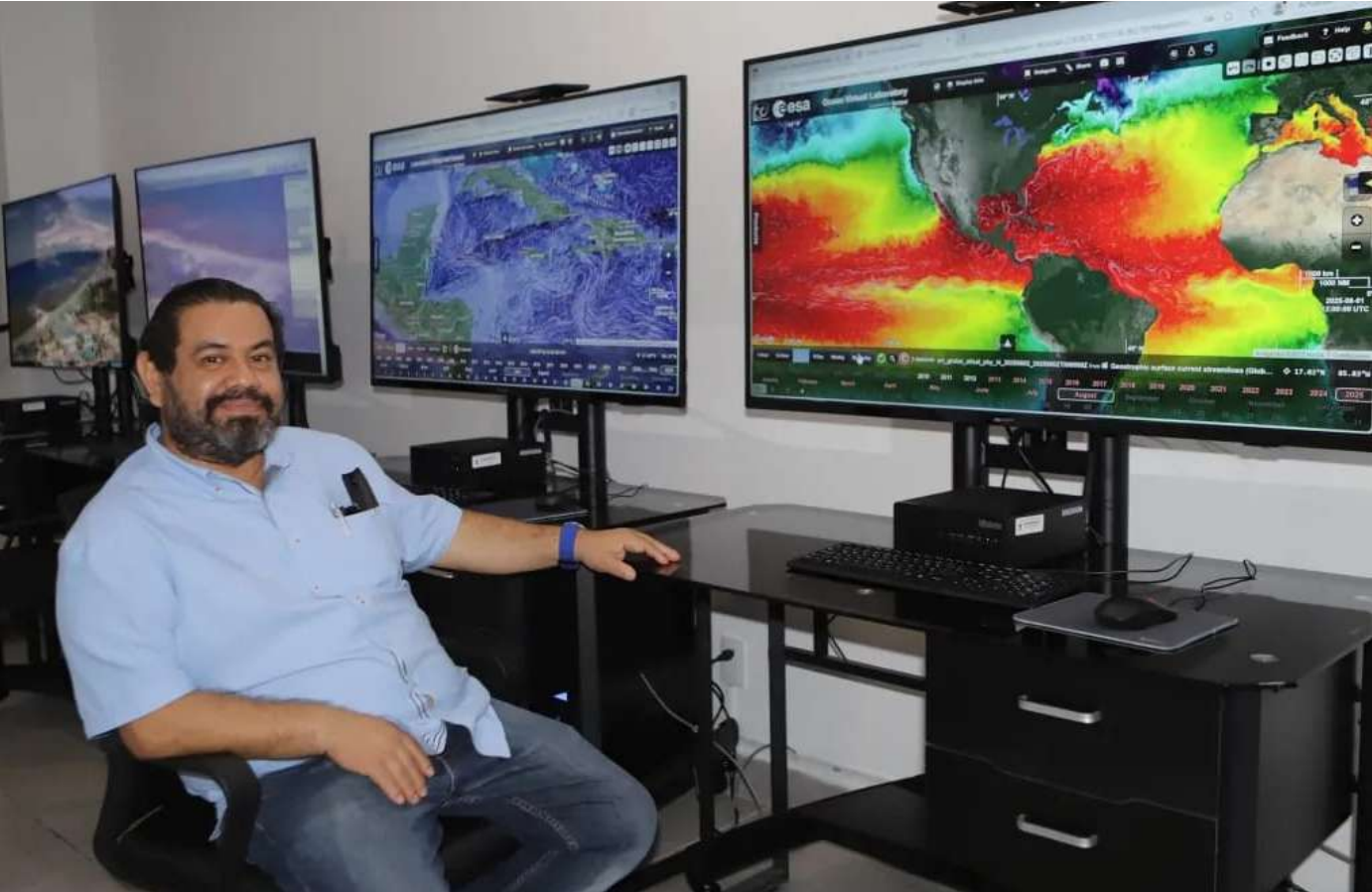
“
El CMAS el primer centro del país y del Caribe especializado en descargar, procesar y analizar imágenes de los satélites de la Constelación Copernicus, específicamente los Sentinel-2, 3 y 5 P, de la Agencia Espacial Europea (ESA), así como otras herramientas tecnológicas para anticipar el arribo del alga...
”

Para este año 2025, el gobierno de Quintana Roo ha adquirido 7,500 m de nuevas barreras antisargazo, que junto a las que se adquirieron el año pasado, se espera sean instaladas antes de que llegue la masa principal de sargazo, que actualmente se encuentra al Este del Arco de las Antillas Menores, a uno 3,500 kilómetros de la costa del Caribe Mexicano y que se espera empiece a recalar de manera importante en nuestras costas, durante los últimos días del mes de abril del 2026.

“
El propósito de este Centro de Monitoreo, es hacer más eficientes las labores de los equipos y brigadas de limpieza en las costas, determinar los emplazamientos de la colocación de barreras antisargazo en los puntos de mayor arribo, para frenar la llegada de los arribos masivos de sargazo a las playas...
”

Para este año 2026, el arribo del sargazo a las costas mexicanas, empezó prácticamente con el inicio del año, presentándose los primeros arribos de esta macroalga marrón en los primeros días de enero, situación que ha adelantado los preparativos y la coordinación de la Estrategia Nacional de Atención del sargazo, liderada por la SEMAR en coordinación con el Gobierno Estatal de Quintana Roo, donde la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA), la Zona Federal marítimo Terrestre (ZOFEMAT), así como todos los municipios costeros donde recala el sargazo con mayor intensidad en sus costas, especialmente aquellos que tienen una mayor relevancia como puntos estratégicos para el turismo que es la principal actividad económica del Estado de Quintana Roo.

Finalmente hay que decir que, la integración de la información multiescala, la anticipación operativa y la articulación entre ciencia y gestión pública muestran que los desafíos ambientales requieren soluciones locales con capacidad técnica, visión de largo plazo y potencial de transferencia a otras regiones del mundo afectadas por dinámicas similares. **BV**



Patrimonio artístico en y desde el IPN

A cargo de la pluma de: José Antonio Cruz González, Director de Difusión Cultural (DDC-IPN) y

Samantha Leyva Cortés, adscrita a la DDC-IPN.

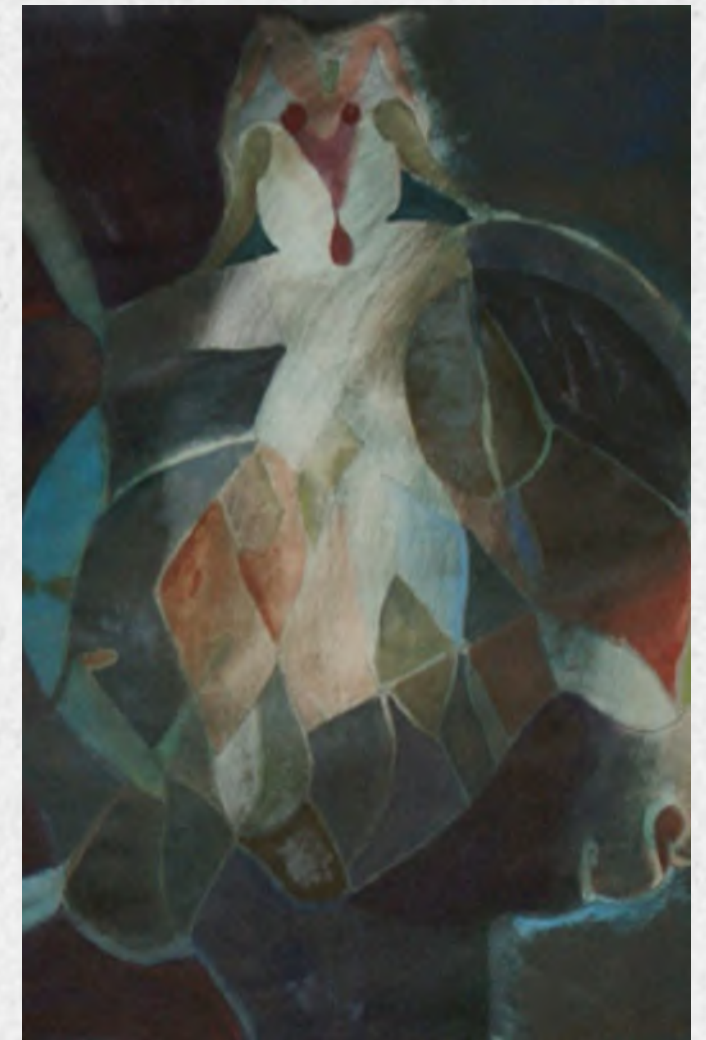
El arte que nos habita: Patrimonio e identidad politécnica

Esta sección abre un espacio permanente en **Brújula Verde** para acercarnos al patrimonio artístico del IPN desde una mirada editorial, sensible y colectiva. No pretende explicar ni agotar los temas que cada artículo desarrolla, sino acompañar al lector en el reconocimiento del arte como una presencia viva en la vida institucional, inscrita en sus espacios, su historia y su experiencia cotidiana.

Con cada entrega, esta sección busca compartir ese legado y fortalecer una cultura de valoración, cuidado y apropiación del patrimonio artístico. La invitación es a mirar con atención, a generar vínculos y a asumir un papel activo en la construcción de nuestra memoria colectiva y de la identidad politécnica, entendida como un proceso en constante renovación.

Con 90 años de historia, el IPN es una institución educativa heredera del proyecto social emanado de la Revolución Mexicana. Desde sus orígenes, incorporó las artes como parte de su proyecto educativo, con el propósito de fortalecer la formación integral, al vincular los conocimientos técnicos y científicos con el patrimonio cultural. De esta manera, el arte y la cultura se reconocen como componentes fundamentales en la construcción del discurso identitario de la comunidad politécnica.

En este tenor, para el Politécnico, hablar de patrimonio cultural implica reconocer un conjunto de bienes materiales e inmateriales —saberes, prácticas y expresiones artísticas— que dan sentido a su memoria histórica. *Es decir, no se trata de un conjunto fijo de objetos, sino de un campo de prácticas y significados en constante interpretación y reinterpretación, a través de la experiencia estética, entendida como el diálogo que se establece entre la obra y quien la observa* (Leyva, 2025). A partir de este encuentro, el patrimonio ocupa un lugar central en la formación integral del estudiantado, ya que favorece la reflexión, la sensibilidad y el pensamiento crítico, al tiempo que fortalece el sentido de pertenencia a la comunidad politécnica, como señala Gilberto Giménez (2005), *el patrimonio funciona como un elemento que articula la identidad colectiva*.



Animal al Centro

Francisco Toledo

Pintura

47.8 X 65.5 cm

Centro Cultural «Jaime Torres Bodet»

ca. 1977

Desde esta perspectiva, dentro del patrimonio cultural material se inscribe el patrimonio artístico, tanto mueble como inmueble. En este rubro, el IPN resguarda acervos documentales, materiales audiovisuales, esculturas, ornamentos y colecciones de obra plástica, en su mayoría bajo la custodia de la Dirección de Difusión Cultural. Además, al ser una institución federal y haber conformado su patrimonio en gran medida a partir de donaciones, el IPN tiene la responsabilidad de proteger, conservar y difundir la obra artística a su cuidado, conforme a lo establecido en el artículo sexto de la [Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas](#).

Cabe señalar que la conformación de este acervo ha sido un proceso histórico, en sus inicios, fue impulsado por el periodista, crítico de arte y promotor cultural Antonio Rodríguez, quien durante su paso por el Instituto sentó las bases para la difusión de las artes, además de trabajar activamente en la creación de una colección artística, llegando a un aproximado de casi dos mil piezas de diversas expresiones y técnicas, como murales, pintura, gráfica y escultura en pequeño y gran formato, de reconocidas y reconocidos artistas mexicanos.

Mujer enojada

Rufino Tamayo

Grabado

64 X 49 cm

Centro Cultural «Jaime torres Bodet»

1989



Las visitas

Leonora Carrington

calcografía

53 X 38 cm

Centro Cultural «Jaime torres Bodet»

2006



Alegoría del trabajo

Saturnino Herrán

Pintura

Oleo

273 X 185 cm

Centro Cultural «Jaime torres Bodet»

1911



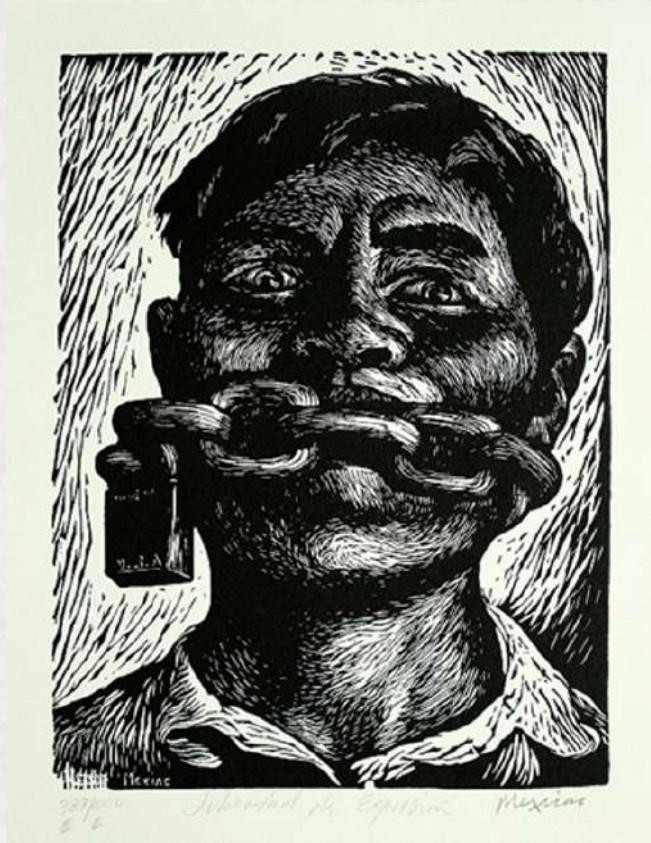
Entre las piezas que conforman este acervo destacan obras vinculadas con la generación revolucionaria y posrevolucionaria, como los tableros al óleo **Alegoría del trabajo** y **Alegoría de la construcción** de Saturnino Herrán. Consideradas como los primeros ejercicios del muralismo, estas obras fueron realizadas en 1910 para el salón de actos de la entonces Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH), hoy Centro Memorial “Ing. Eugenio Méndez Docurro”, y pueden entenderse como los primeros trabajos artísticos que presenció este Instituto.

Asimismo, nuestra casa de estudios fue precursora en la creación de materiales innovadores, como la pintura Politec en 1956, resultado de los experimentos realizados en el Taller de Ensaye de Materiales del IPN, a cargo del maestro José L. Gutiérrez. Este desarrollo sería posteriormente aprovechado por David Alfaro Siqueiros, lo que evidencia el profundo vínculo entre la labor artística y técnica impulsada desde el Instituto. Este diálogo entre arte y tecnología también se manifiesta en los murales que habitan distintos espacios del IPN, como **El hombre, amo y no esclavo de la técnica** de Siqueiros, ubicado en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, así como **Alegoría de la Ciencia, la comunicación y la Tierra** de Jorge González Camarena, en la Dirección de Cómputo y Comunicaciones, lo que permite reconocer la presencia constante del arte en la vida institucional.

“

... nuestra casa de estudios fue precursora en la creación de materiales innovadores, como la pintura Politec en 1956, resultado de los experimentos realizados en el Taller de Ensaye de Materiales del IPN, a cargo del maestro José L. Gutiérrez.

”



Libertad de expresión
Adolfo Mexiac
Linografía
76 X 56 cm
Dirección General
1954

A este conjunto se integran también obras de artistas de mediados del siglo XX, entre ellas **Mujer enojada** de Rufino Tamayo, **El teatro** de José Luis Cuevas, Morisma de Rafael Coronel, **Libertad de expresión** de Adolfo Mexiac y **La bañista olmeca** de Elizabeth Catlett, ampliando así el panorama de estilos, temáticas y miradas que dialogan entre sí. De igual forma, forman parte del acervo piezas de creadoras y creadores contemporáneos como **Las visitas** de Leonora Carrington y **Animal al centro** de Francisco Toledo, lo que permite establecer un puente entre distintas generaciones del arte.

De igual forma, el Instituto cuenta con importantes donaciones, entre las que destaca el acervo de Reinaldo Pérez Rayón, arquitecto y egresado politécnico, quien diseñó el proyecto original de la Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, ya que su familia donó alrededor de 72 piezas que hoy enriquecen esta colección, a las cuales se suma la donación de casi 500 obras de Marco Antonio Trovamala, así como la realización en 2022 de dos murales en el Recinto Histórico y Cultural “Juan de Dios Bátiz”, en la Presidencia del Decanato, **Los hijos de la Revolución e Hijos de obreros y campesinos**, por el muralista Ariosto Otero, fortaleciendo de manera significativa el patrimonio artístico institucional. **BV**

“
...el Instituto cuenta con importantes donaciones, entre las que destaca el acervo de Reinaldo Pérez Rayón, arquitecto y egresado politécnico, quien diseñó el proyecto original de la Unidad Profesional ‘Adolfo López Mateos’....
”



La humanidad hacia la luz de Jorge González Camarena. Mural de 3 X 7 m, técnica mixta y tradicional al óleo con pigmentos naturales; ubicado en la ESIME, Unidad Azcapotzalco. La vista al mural es un recordatorio poderoso a cada estudiante: el conocimiento no vale por sí solo, vale por el rumbo que toma.

Jorge González Camarena
Pintor y escultor mexicano

Jorge González Camarena (1908–1980) fue un destacado pintor mexicano nacido en Guadalajara, Jalisco. Se formó en la Escuela Nacional de Bellas Artes, donde fue ayudante de Gerardo Murillo y participó en la renovación académica bajo la dirección de Diego Rivera. A lo largo de su trayectoria produjo más de dos mil obras de caballete, centradas principalmente en temas nacionalistas e históricos, y desarrolló una técnica propia conocida como “cuadratismo”.

Además de su labor pictórica, realizó importantes murales en el Palacio de Bellas Artes y el Museo Nacional de Antropología, y destacó por su interés en la conservación del patrimonio colonial y prehispánico. En 1970 recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes.



En 1963, Jorge González Camarena pintó este mural para expresar que el conocimiento es la clave del progreso. Lo representó con un prisma de vidrio que descompone la luz y proyecta sus colores sobre una hoja en blanco, como símbolo de aprendizaje y creación.





CONGRESO INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
ADMINISTRATIVAS

EMPRENDIMIENTO PARA LA SOSTENIBILIDAD
EN LOS PUEBLOS ORIGINARIOS Y NATIVOS



XVI COLOQUIO DE POSGRADO
IX ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES

21-24
ABRIL 2026

OAXACA, MÉXICO

<https://www.ciidroaxaca.ipn.mx/acacia2026/congreso/inicio.html>
Contacto: acacia2026oax@ipn.mx



Dejando marca: Huellas de personas imborrables

*Este 2026 nos invita a mirar hacia adelante con esperanza.
En **Brújula Verde** agradecemos a nuestros lectores por seguir
siendo parte de este proyecto y por valorar el espíritu crítico y
comprometido que caracteriza al IPN.*

*Confiamos en que continuaremos avanzando juntos, guiados por el
conocimiento y el respeto por nuestro entorno, hacia un futuro más
consciente y sostenible.*

Brújula Verde





BRÚJULA VERDE
ACCIONES QUE DEJAN HUELLA

REDES SOCIALES



**Síguenos en nuestras redes sociales,
y sé parte de una comunidad que
busca cambiar el entorno**



BrujulaVerde



brujuilverde_ipn

Escanéame



Fuentes de consulta

BLUECHAR: cuando el sargazo se convierte en tecnología para limpiar el agua

- CEPAL. (2024). *Territorialización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en América Latina y el Caribe: guía para la elaboración de exámenes locales voluntarios a nivel subnacional*. Naciones Unidas, Santiago. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3d5374b-830e-45d4-983d-70d8c96fe46f/content>
- CONAGUA. (2020). *Estadísticas del agua en México*. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua>
- Hernández-Maldonado, L., Pérez-Cruz, J., & Solís, R. (2024). Circular valorization of sargassum biomass for energy and environmental applications. *Journal of Cleaner Production*, 430, 139876.
- Naje, A. S., Chelliapan, S., Zakaria, Z., Ajeel, M. A., Sopian, K., & Hasan, H. A. (2016). Electrocoagulation by solar-energy feed for textile wastewater treatment. *RSC Advances*, 6, 10192–10204. <https://doi.org/10.1039/C5RA26032A>
- SEMAR. (08 de julio de 2024). Boletín semanal No. 257/24 sobre el seguimiento de Sargassum en el mar Caribe. Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. Consultado el 25 de febrero de 2025. Enlace: https://digaohm.semar.gob.mx/OpSargazo/BoletinesSemanales/JULIO/Sargazo_Boletin_257_08_julio_2024.pdf
- World Wildlife Found. (2022). *El precio oculto de la moda-El impacto de lo que nos ponemos*. Disponible en: <https://www.wwf.org.mx/?366112/El-precio-oculto-de-la-moda>

Residuos electrónicos: el lado tóxico y dorado de nuestra era digital

- Cui, J., Luo, C., Tang, C. W., Chan, T., & Li, X. (2017). Speciation and leaching of trace metal contaminants from e-waste contaminated soils. *Journal of Hazardous Materials*, 329, 150–158. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.12.060>
- International Labour Organization (ILO). (2015, julio 22). *Combatiendo la informalidad en la gestión de residuos eléctricos y electrónicos: el potencial de las empresas cooperativas*. Disponible en: <https://www.ilo.org/es/publications/combatiendo-la-informalidad-en-la-gestion-de-residuos-electricos-y>
- Kaya, M. (2016). Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Waste Management*, 57, 64–90. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.004>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2022, enero 26). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/#:~:text=Impacto%20sobre%20la%20salud%20y,residuos%20no%20se%20gestionan%20adecuadamente>.
- Namias, J., 2013. *The Future of Electronic Waste Recycling in the US. Obstacles and domestic solutions*. Columbia University, Earth Engineering Center. Disponible en: <https://www.nswai.org/docs/THE%20FUTURE%20OF%20ELECTRONIC%20WASTE%20RECYCLING%20IN%20THE%20UNITED%20STATES%20-%20Obstacles%20and%20Domestic%20Solutions.pdf>

Microplásticos en la atmósfera: el viaje del IPN hasta la Antártida Parte II

- Rivero-Ángeles, M. E., Orea-Flores, I. Y., Mendoza-Bárceñas, M. A., Villordo-Jiménez, I., & Rosas Espinosa, E. H. (2025). Particle Detection System Analysis in the Stratosphere Using High-Altitude Platforms Based on a MMPP-2 Model. *Sensors*, 25(23), 7340. <https://doi.org/10.3390/s25237340>

Patrimonio artístico en y desde el IPN

- Bello Acalco, Y., y Leyva Cortés, S. (2010). *El patrimonio artístico del IPN*. Memoria histórica (Tesina de diplomado en gestión cultural). Instituto Politécnico Nacional.
- Giménez, G. (2005). Patrimonio e identidad frente a la globalización. En *Cuadernos del Patrimonio Cultural y Turismo* (Cuaderno 13, pp. 178–182). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes / Secretaría de Cultura. Disponible en <https://www.cultura.gob.mx/turismocultural/cuadernos/pdf13/articulo16.pdf>
- Gómez, E. (2024, 29 de agosto). Cumple 60 años el Centro Cultural Jaime Torres Bodet del IPN. *La Jornada*. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2024/08/29/cultura/a03n1cul>
- Leyva Cortés, S. (2025, 22 de julio). El giro pedagógico-artístico: (Re)pensando la educación artística como espacio de resistencia. *RÍO-LATIR*, Número 11. Disponible en <https://www.rio.latir.com.mx/numero-11/el-giro-pedagogico-artistico/>

¿Sabías qué?

El **burro** es una especie domesticada cuyo origen se remonta al **asno africano silvestre** (*Equus Africanus*).



