



Instituto  
de Investigaciones  
en Materiales

4<sup>o</sup>

**INFORME DE ACTIVIDADES  
PERIODO 2020-2024**

*Dr. José Israel Betancourt Reyes*





**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**

Rector

**Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda**

Secretaria General

**Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez**

Secretario Administrativo

**Dr. Hugo Alejandro Concha Cantú**

Abogacía General

**Dra. María Soledad Funes Argüello**

Coordinadora de la Investigación Científica

**Dr. Fernando Rafael Castañeda Sabido**

Dirección General de Asuntos del Personal Académico

**Dra. Diana Tamara Martínez Ruíz**

Secretaria de Desarrollo Institucional

**Lic. Enrique del Val Blanco**

Dirección General de Planeación



## **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES**

**Dr. José Israel Betancourt Reyes**  
Director

**Dr. Enrique Jaime Lima Muñoz**  
Secretario Académico

**Lic. Beatriz Peña Huerta**  
Secretaria Administrativa

**Ing. Jorge Ernesto Witte Moreno**  
Secretario Técnico

**Dra. Yareli Rojas Aguirre**  
Secretaria Técnico Formación de Recursos Humanos

**Dra. Rocío Guadalupe de la Torre Sánchez**  
Secretaria Técnica de Vinculación

**Lic. Odette Pacheco Santos**  
Jefa de Bienes y Suministros

**Magdalena Miranda Avalos**  
Jefa de Presupuesto

**Lic. Marco Polo Arroyo Martínez**  
Jefe de Personal

## Índice

Presentación .....	6
Introducción .....	17
Misión, función y objetivos .....	21
Plan de Desarrollo IIM 2020-2024.....	21
Eje Estratégico E1: Investigación y Desarrollo.....	24
Personal académico.....	24
Promociones, premios y distinciones.....	31
Productividad científica .....	35
Eje Estratégico E2: Formación y docencia .....	47
Investigadores “SIJA” .....	58
Comparativa en el Subsistema de la Investigación Científica .....	60
Eje Estratégico E3: Vinculación y difusión .....	62
Proyectos con impacto social .....	64
Gestión de patentes .....	74
Difusión y divulgación.....	81
Revista “Materiales Avanzados”.....	82
“Comic: Materiales amigables” .....	83
“Caravana de los Materiales” .....	84
Eje Estratégico E4: Gestión y administración .....	92
Eje Estratégico E5: Igualdad de Género .....	103
Infraestructura y equipamiento .....	107
Coordinación de Seguridad, Ambiente y Protección Civil.....	110
Unidad Morelia.....	114

Áreas de oportunidad.....	120
Congruencia con el PD UNAM 2019-2023.....	121
Congruencia con el PD UNAM 2023-2027.....	121
Agradecimientos.....	122

## Presentación

El Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) completa en este año 2024, el segundo periodo de gestión 2020-2024, el cual complementa un periodo previo para un lapso total 2016-2024, en el que nuestras labores sustantivas se han llevado a cabo de forma productiva y comprometida, con valores y ética profesional y con estricto apego a la normatividad vigente y a los principios de diversidad, inclusión y tolerancia que rigen la convivencia en nuestra comunidad universitaria y que nos permiten construir un ambiente de pluralidad y respeto en el que prospera el conocimiento. Nuestra productividad académica se lleva a cabo en beneficio de la sociedad mexicana y en consonancia con la responsabilidad social de nuestra Universidad como Universidad de la Nación. Dicha productividad mostró en este periodo indicadores muy destacados de calidad e impacto en el avance del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, así como en la generación de conocimiento útil con potencial tecnológico de beneficio para el sector productivo de nuestro país y, de manera muy destacada, en la formación de recursos humanos altamente calificados en ciencia e ingeniería de materiales con la capacidad analítica y el pensamiento crítico necesarios para contribuir productivamente en el ámbito laboral en el que se desarrollen los estudiantes que formamos en nuestros laboratorios.

En el periodo 2016-2024 hemos transitado como comunidad por periodos de incertidumbre provocados por fenómenos naturales como lo fueron los dos sismos intensos que sacudieron fuertemente al valle de México en 2017 y 2022, con intensidades mayores a 7.0 en la escala de Richter y, principalmente, la pandemia a nivel mundial por Covid-19, que en México dejó un saldo trágico de cientos de miles de fallecidos. Ante estas adversidades, la solidaridad y resiliencia de nuestra comunidad nos permitió superar dichas adversidades y retomar la normalidad académica que nos permitió recuperar el ritmo de productividad que se había mantenido de forma sostenida previa al año 2020.

Por el lado positivo, en los albores del primer periodo de gestión, festejamos en febrero de 2017 con enorme satisfacción, 50 años de fructífera labor académica. Nuestro Instituto de investigación fue fundado en 1967 como “Centro de Materiales”, en el cual nuestros

predecesores académicos iniciaron actividades en el 9º piso de la entonces Torre de Ciencias en Ciudad Universitaria. Posteriormente, en 1970 el Centro se trasladó a sus instalaciones actuales en el circuito exterior de Ciudad Universitaria, siendo la primera dependencia en ocupar terrenos de lo que ahora es la zona de centros e institutos de investigación científica. Debido al impacto académico y avance de las investigaciones realizadas en el Centro de Materiales, el 21 de noviembre de 1979 se convirtió en el actual Instituto de Investigaciones en Materiales. Como parte de los festejos por el 50º Aniversario del IIM, se tuvo la Ceremonia Conmemorativa el 1º de febrero de 2017 con la asistencia del entonces Secretario General de la UNAM, Dr. Leonardo Lomelí Vanegas, el Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, Dr. William Lee Alardín y personalidades del mundo académico como el Dr. David Kershenobich, por ese entonces director del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, quienes dieron apertura también al 90º Encuentro de Ciencias Artes y Humanidades, evento en el confluyeron artistas y científico para mostrar su creatividad y compartir con la comunidad académica del IIM y público asistente, sus experiencias y conocimientos sobre las interacciones arte-ciencia. Tuvimos presentaciones muy concurridas de música, teatro, danza, performance multimedia y conversatorios sobre temas diversos en materiales y arte. El Encuentro tuvo como marco la inauguración del jardín central de nuestro Instituto, espacio común que durante muchos años se mantuvo inactivo y que gracias a la asesoría e intervención del Jardín Botánico de la UNAM y al apoyo decidido de la Coordinación de la Investigación Científica, se remodeló ampliamente para beneplácito de toda la comunidad del IIM.

En términos generales, podemos destacar que la productividad científica primaria del IIM se ha mantenido en los últimos 8 años por arriba de **3.2** artículos por investigador por año, con un total de **1,893** publicaciones en el periodo **2016-2024**, las cuales representan el **38%** del total de publicaciones histórico del IIM, lo cual posiciona a esta gestión como la más productiva de nuestro Instituto en su desarrollo a lo largo de tiempo. A nivel del Subsistema de la Investigación Científica (SIC), en el 2023 el IIM se posicionó entre los primeros tres lugares de Institutos del área físico-matemáticas con más artículos publicados (“Agenda Estadística UNAM 2023. Dirección General de Planeación, UNAM, 2023). Por su parte, en el

libro de reciente publicación “La Ciencia en la UNAM, 2023” (Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, 2023) se presenta una Tabla de productividad del SIC para el **periodo 2000-2022** y, de acuerdo con los indicadores ahí mostrados, el IIM ratifica su posicionamiento en el tercer lugar de Institutos con más artículos publicados en el área de ciencias físico-matemáticas en dicho periodo histórico. Asimismo, el indicador de artículos/investigador/año de **3.2** del IIM es uno de los 4 más productivos dentro del SIC (*idem*). Los artículos más destacados publicados durante este periodo se publicaron en revistas de muy alto impacto a nivel internacional, tales como *Nature*, *Coordination Chemistry Reviews*, *Food Hydrocolloids* o *Materials Today*, todas ellas con factores de impacto superiores a 30. Entre los avances científicos y tecnológicos que estas publicaciones presentan, se pueden mencionar: a) Modificación de almidones para liberación controlada de fármacos b) rutas nueva de síntesis de nanoalambres con núcleo inorgánico y anchura de solo tres átomos con propiedades electrónicas novedosas c) estudios originales sobre redes de vacancias en estructuras monocristalinas conocidas como “análogos de azul prusiano” que permiten controlar y mejorar su capacidad para almacenar y transportar gases d) categorización de las diferentes aplicaciones diagnósticas de nanoestructuras de ZnO para cáncer, así como sus aplicaciones para el tratamiento de algunos tipos de tumores e) una técnica novedosa conocida como “Cristalografía de rayos X de femtosegundos en serie de moléculas pequeñas” para determinar las características cristalográficas y estructurales de moléculas y f) resultados muy alentadores sobre la conversión catalítica de gases muy tóxicos (como H<sub>2</sub>S), utilizando nanomateriales de tipo cajas metal-orgánicas (conocidas en inglés como “MOFs”) con enorme impacto en estudios sobre remediación ambiental. Estas temáticas destacaron entre muchos otros resultados de interés científico y tecnológico. Cabe destacar que, en el periodo considerado, los artículos publicados por académicos del IIM merecieron **14 portadas** de revistas científicas muy prestigiosas de circulación internacional y amplio reconocimiento académico. Asimismo, es de resaltar el impacto de nuestras publicaciones, las cuales, durante la presente gestión, lograron en promedio, más de **6,500 citas** por año, para un acumulado de **41,400 citas** en el periodo **2016-2024**, lo que representa el **57%** del total histórico del IIM. Este número de citas tan

significativo se refleja también en el factor H global del IIM, el cual pasó de **H=61 en 2016** a **H= 94 en 2024**, lo que implica un **50%** de aumento durante el periodo mencionado.

De manera complementaria e igualmente destacada, el conocimiento generado y reportado en las publicaciones de nuestros académicos mostró su potencial tecnológico durante el periodo **2016-2024** a través de las **68** solicitudes de patentes registradas, destacando las **39** de ellas otorgadas durante dichos años. Este número tan significativo de patentes registradas representa el **58.1% del histórico** de patentes gestionadas en el IIM. Históricamente, en el periodo 2000-2022, el IIM ha logrado registrar **110** patentes, lo que nos coloca en el primer lugar de patentes entre los Instituto del área físico-matemáticas del SIC (*"La Ciencia en la UNAM 2023"*. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM 2023). Entre los desarrollos tecnológicos más destacados en el periodo considerado están los siguientes: a) Nuevos materiales cerámicos para la absorción de gases de tipo ácido y su procedimiento de síntesis b) materiales retardantes de flama en resinas poliéster con montmorillonita c) dispositivo para la obtención de espumas metálicas mediante infiltración d) extrusión con ultrasonido aplicado a mezclas de PET-PEN-arcilla lisina e) nanorecubrimientos de óxido de titanio amorfo en superficies de dispositivos biomédicos microestructurados f) grafeno y nanografito por Ultrasonido-HASE y su uso como reforzante en materiales compuestos de matriz polimérica g) andamio tisular para regeneración de tejido cardíaco y diseño y h) síntesis de dendrímeros PAMAM para acarrear fármacos, entre muchos otros desarrollos con amplio potencial tecnológico.

Asimismo, durante el periodo **2016-2024** se concretaron más de **70** convenios de colaboración entre el IIM y diversas entidades externas del sector académico y productivo, entre los que destacan por la importancia de la colaboración o su impacto positivo en la sociedad, las siguientes colaboraciones:

- a) Con la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI), Convenio para desarrollar materiales filtrantes de alta eficiencia para la creación de mascarillas y otros equipos de protección con capacidad para inactivar virus y bacterias, el cual derivó en un cubrebocas funcional altamente

efectivo para la degradación de virus y bacterias, en particular, del virus causante de la Covid-19, el cual se comercializa actualmente con la marca registrada SakCu®

- b) Convenio con el Consejo Nacional de Ciencias, Humanidades y Tecnología para el diseño innovador de una estufa de biomasa de tipo plancha, usando herramientas de diseño computacional. La estufa diseñada permite una mejor distribución de la temperatura del comal, reduciendo el consumo de leña en comparación con otras estufas. Se fabricaron varias decenas de estas estufas para habitantes de la comunidad de San Francisco Pichátaro en el estado de Michoacán
- c) Convenio con el Instituto Nacional Electoral para la aplicación de pruebas bajo el estándar ISO/IEC 10373 y ANSI para evaluar y comprobar la calidad y durabilidad de los materiales con los que se produce la credencial para votar
- d) Convenio con la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI) para el diseño y la fabricación de materiales compuestos que incorporan nanopartículas en matrices de resinas termoplásticas para mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y/o barrera de los productos finales
- e) Convenio con la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI) para desarrollar un tipo de concreto nanocompuesto con la capacidad de mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y de durabilidad respecto al concreto convencional
- f) Convenio con el Instituto Mexicano del Petróleo para el desarrollo de la Litoteca Nacional como instalación especializada para el almacenamiento y estudio de muestras geológicas relacionadas con la exploración y producción de hidrocarburos en México
- g) Convenio con el Banco de México para el análisis comparativo del acero recubierto de bronce como material para sustituir el bronce-aluminio utilizado actualmente en la acuñación de monedas mexicanas a fin de determinar su idoneidad para la producción de monedas en nuestro país.

En el rubro de docencia y formación de recursos humanos, sobresalen los **858** cursos impartidos por nuestro personal académico durante el periodo **2016-2024**, así como las **678**

tesis dirigidas en los tres niveles (Lic/Maes/Doc), destacando **411** tesis de Posgrado y en particular, **174** tesis de doctorado. En el 2023, el IIM se posicionó en el primer lugar de Institutos del área físico-matemáticas con más graduados, incluyendo **85** tesis de los tres niveles y **23** de nivel doctorado (“Agenda Estadística UNAM 2023. Dirección General de Planeación, UNAM, 2023). Históricamente, en el periodo **2000-2022**, el IIM graduó a un total de **1,583** tesis de todos los niveles, con **334** tesis de doctorado (**52%** de ellos en esta gestión), lo que nos ratifica en el primer lugar entre los Instituto del área físico-matemáticas de la CIC (“*La Ciencia en la UNAM 2023*”. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM 2023).

A nivel Licenciatura, es digno de mención que la carrera en Química e Ingeniería de Materiales (en la cual el IIM es entidad participante junto con la Facultad de Química de la UNAM), lleva ya 4 años impartándose con casi **80** alumnos inscritos y la primera generación próxima a egresar en un semestre más. La participación de académicos del IIM en esta Licenciatura es cada semestre más significativa y, como logro destacado, sobresale la gestión exitosa conjunta con la Facultad de Química para un edificio nuevo que albergará a la comunidad estudiantil de este plan de estudios y del tronco común de carreras de dicha Facultad. Este edificio constará de 5 pisos y 16 salones nuevos, así como sala de cómputo y salón de usos múltiples. Estará ubicado junto al Edificio “Mario Molina” de la Facultad de Química. La intensa y exitosa labor de formación de recursos humanos que lleva a cabo el personal académico del IIM representa un aporte sumamente significativo de personal altamente calificado en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, cuya inserción en el sector productivo y académico de nuestro país representa una contribución invaluable a su desarrollo social, así como a la movilidad económica-social de nuestra población joven.

Por otra parte, un aspecto de gran relevancia para el desarrollo de proyectos de investigación de vanguardia en el IIM es la renovación de la infraestructura científica para el mejoramiento y actualización de las capacidades analíticas y de caracterización de nuestros laboratorios. En este sentido, durante el periodo **2016-2024** se llevó a cabo una inversión acumulada de **60.1** millones de pesos (con recursos de diferentes fuentes como proyectos, presupuesto interno y apoyos especiales) para la adquisición de equipos e

instalaciones nuevas. De forma complementaria, cabe mencionar que el mantenimiento adecuado de instalaciones operativas en laboratorios y equipamientos para la investigación es indispensable para la realización de proyectos de investigación y prestación de servicios especializados y, de igual manera, las actividades de remodelación y acondicionamiento en oficinas, edificios, jardines y espacios de convivencia, las cuales facilitan y fomentan un ambiente laboral propicio para el desarrollo de las actividades cotidianas de académicos y administrativos. Durante el periodo **2016-2024**, se atendieron más de **3, 500** solicitudes de trabajo para la atención de reparaciones y mantenimientos muy diversos y se llevaron a cabo más de **150** acciones preventivas y correctivas de mantenimiento mayor a la planta física de nuestro Instituto. Un logro adicional de gran relevancia en este rubro de infraestructura fue la gestión exitosa de un edificio nuevo para la Unidad Morelia del IIM, el cual contará con 6 laboratorios, 6 oficinas, sitio de cómputo y biblioteca. Este edificio iniciará actividades en el segundo semestre de 2024 y supuso una inversión de más de 25 millones de pesos. Esta construcción nueva contribuirá significativamente a atender la problemática de saturación de espacios que se tenía desde hace varios años en las instalaciones de la Unidad Morelia.

En cuanto a labores de difusión, durante el periodo **2016-2024**, destaca el firme compromiso de nuestra comunidad académica con la difusión amplia y constante de nuestras labores de investigación, como lo reflejan los más de **700** trabajos de investigación presentados en congresos especializados, tanto nacionales como internacionales, en áreas diversas de la ciencia e ingeniería de materiales, así como las más de **200** conferencias y seminarios especializados impartidos por nuestro personal académico. Toda esta labor de difusión del conocimiento especializado nos brinda una enorme visibilidad nacional e internacional, lo que nos permite establecer una amplia red de colaboración a nivel global con más de 40 países en los últimos cuatro años que redundan en beneficio de los proyectos de investigación que llevamos a cabo, así como en el intercambio de académicos y estudiantes. En términos de divulgación científica con fines de promover la apropiación social del conocimiento, durante el periodo **2016-2024** hemos organizado de manera periódica los siguientes eventos: a) Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, con más

de 20 años de tradición en el IIM y asistencia promedio anual de **200** participantes b) Escuela de Ciencia de Materiales y Nanotecnología, Morelia y Foro de Vinculación Universidad-Industria, Unidad Morelia del IIM, con 19 ediciones y registros anuales promedio de 150 participantes y c) Jornada Anual de Puertas Abiertas IIM, evento de divulgación científica que consiste en abrir los laboratorios de investigación del IIM para demostraciones didácticas dirigidas a públicos no especializados con el fin de mostrar de forma lúdica, la variedad de temas de investigación y los avances científicos que llevamos a cabo. El público visitante suele ser mayoritariamente juvenil (preparatorianos, principalmente), por lo cual la jornada de demostraciones suele ser muy dinámica y activa. En promedio se reciben anualmente **700** visitantes, lo que implica más de **5,000** visitas a nuestras instalaciones durante el periodo **2016-2024**.

En estas actividades de divulgación científica, destaca de manera particular nuestra “Revista Materiales Avanzados” cuyo propósito es difundir de forma didáctica, los descubrimientos recientes en el área de la investigación en materiales, con el ánimo de formar un puente entre investigadores y el público lector interesado en temas de investigación. En el periodo **2016-2024** se editaron **16** números de dicha revista, incluyendo el número del XX aniversario de la Revista, titulado “¡Celebremos 20 años!”, el cual se dedicó de forma especial a celebrar dos décadas de publicación continúa, ofreciendo un foro de reflexión en torno a las enseñanzas, retos afrontados y oportunidades a lo largo de dos decenios de historia que la revista lleva en circulación, así como una selección de artículos publicados desde su fundación en el 2003. Mención aparte merece la intensa promoción de nuestras actividades en redes sociales, en las que rebasamos los **26,000** seguidores en plataformas como Facebook, Instagram, LinkedIn, YouTube y Spotify con más de **1,000** publicaciones por año y arriba de **20,000** “Me gusta” por año.

Toda esta fructífera labor académica desarrollada durante el periodo **2016-2024** por nuestra comunidad académica fue reconocida mediante **27** premios y distinciones a nivel nacional e internacional, entre los que destacan: a) Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (3 galardonados) b) Premio Universidad Nacional c) Premio Mujeres en la Ciencia L'Oreal-UNESCO-AMC, Ciencias Exactas d) Premio de Investigación para

Científicos Jóvenes, Academia Mexicana de Ciencias A.C. (2 galardonados) e) Premio Épsilon de Oro de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio f) Premio Pilar de la Ciencia de los Materiales en México, VII Foro Internacional de Ingeniería Tisular g) Premio México 2017 del Consejo Consultivo de Ciencias h) Premio al Desarrollo de la Física en México, Sociedad Mexicana de Física i) Premio Estatal de Ciencias, Michoacán j) Premio Nacional de Cirugía “Dr. Francisco Montes de Oca ” k) Premio Fomento al Patentamiento e Innovación UNAM (2 galardonados) l) Premio a la Innovación Bionano Ciencia y Tecnología CINVESTAV-Neopharma m) Premio Nacional del Aluminio 2023 y n) Premio Nacional de Ciencias 2022, México.

Otro aspecto a destacar de forma muy significativa son los logros que las mujeres académicas de nuestro Instituto alcanzaron, los cuales, por mérito propio, reflejan la influencia creciente que están teniendo en la vida académica e institucional de nuestra dependencia. Por ejemplo, entre los cinco académicos más citados de nuestro Instituto (con más de 4,000 citas cada uno a su obra publicada), figuran dos destacadas investigadoras. Asimismo, de forma muy prominente y por primera vez en su historia, la Coordinación del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales está a cargo de una reconocida académica de nuestro Instituto para el periodo 2023-2026. En términos de divulgación científica, sobresale el evento registrado como “Caravana de los Materiales” en el que participaron solo académicas del IIM y que se presentó en todos los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, alcanzado una audiencia de **2,000** asistentes. El objetivo de las presentaciones fue exponer un panorama sobre la ciencia de materiales a nivel básico y de manera didáctica, combinando presentaciones, dinámicas interactivas y experimentos. Asimismo, es digno de mención el hecho de que el porcentaje de mujeres que forma parte de nuestro personal académico alcanzó en el 2024 el **30%**, lo que implica un **aumento del 50%** respecto al porcentaje de académicas que había en el 2016. En este contexto, cobra una particular relevancia la intensa actividad de nuestra reciente Comisión Interna de Igualdad de Género (CIIG), establecida apenas hace 3 años, la cual organizó acciones diversas para fomentar el conocimiento y difusión de temáticas relacionadas con temas de

igualdad y violencia de género, así como tolerancia a la diversidad y el rechazo a la discriminación en nuestra dependencia.

De manera especial cabe destacar los avances alcanzados en materia administrativa, los cuales se reflejan en procesos de gestión más ágiles, con estricto apego a la normatividad y aprovechando las plataformas en línea que brindan de manera segura y ágil, un medio más eficaz para la gran mayoría de los trámites que requieren realizar nuestra comunidad académica. En este contexto, sobresalen los siguientes logros obtenidos en el periodo 2016-2024: a) Implementación del Sistema Institucional de Compras (SIC). Esta herramienta de software se impulsó desde la Secretaría Administrativa de la UNAM desde el 2017, con el fin de unificar procesos y facilitar gestiones de adquisición de bienes diversos. A pesar de las diversas dificultades operativas que se presentaron, hoy en día el SIC es parte funcional de nuestros procesos de gestión b) Implementación del Sistema Integral de Administración Financiera (SIAF), que es un sistema contable que tiene como propósito homogeneizar la contabilidad de todas las dependencias, automatizar procesos administrativos y proporcionar a los usuarios información contable veraz y oportuna de las transacciones con recursos presupuestales o de ingresos extraordinarios c) implementación de un sistema interno de inventarios que facilita el levantamiento físico del activo fijo, logrando el 50% de **2,110** bienes que se tienen actualmente en el Sistema Integral de Control Patrimonial (SICOP) d) Atención al “Sistema de Gestión de la Calidad de las Unidades y Secretarías Administrativas de la UNAM” (SGC), quien tiene la responsabilidad y autoridad en materia administrativa institucional de asegurar la implementación, mantenimiento y mejora de los procesos de la Secretaría Administrativa y e) atención a todas las observaciones de auditorías recibidas, de manera que al cierre de la presente administración, no habrá pendientes por atender. Destaca entre estos logros, la considerable reducción del tiempo de gestión de compras, el cual paso de **38 a 19 días** en promedio, lo cual impacta de manera muy positiva el desarrollo de proyectos de investigación y servicios especializados.

El trabajo realizado durante este periodo 2016-2024, así como los logros alcanzados durante el mismo, se alinean de forma congruente con los 5 ejes estratégicos establecidos

en el Plan de Desarrollo IIM 2020-2024: E1)Investigación y desarrollo E2)Formación y docencia E3)Vinculación y difusión E4)Gestión y administración y E5)Equidad de género.

En las secciones subsecuentes de este Informe se presenta en detalle, la descripción y la consistencia entre objetivos y logros contemplados en el mencionado Plan de Desarrollo Institucional. Asimismo, cabe señalar también que en el marco del Plan de Desarrollo UNAM 2019-2023, la labor desarrollada por la comunidad del IIM en el periodo 2016-2024 contribuyó de forma constructiva a la consecución de los objetivos y programas impulsados desde la Rectoría en el ámbito de los Programas siguientes: P2: Planes y programas de estudio; P3: Apoyo a la formación de los alumnos; P8: Investigación; P9: Innovación y desarrollo tecnológico; P13: Proyección nacional e internacionalización; P15: Normatividad, gestión y administración universitaria y P16: Presupuesto e infraestructural. De igual forma, la productividad académica del IIM es congruente con el Plan de Desarrollo UNAM 2023-2027 en los siguientes Ejes Rectores (ER): ER3, “Fortalecimiento y Renovación de la Docencia”; ER4, “Consolidación y apoyo a la Investigación”; ER5, “Ampliación de la Difusión Cultural y la Extensión Académica”; ER6, “Vinculación Nacional e Internacional” y ER7, “Administración y Gestión Institucional”.

Los avances alcanzados en el desarrollo de nuestras labores sustantivas como comunidad académica durante el periodo 2016-2024 refrendan nuestro firme compromiso para seguir realizando investigación científica competitiva que propicie una mayor incidencia en la resolución de problemas de interés nacional, así como para continuar impulsando una intensa labor de docencia y formación de recursos humanos de alto nivel en el área de ciencia e ingeniería de materiales. Asimismo, los logros realizados reafirman nuestro compromiso con la difusión de la cultura y sus beneficios en el ámbito de la ciencia y tecnología de los materiales para impulsar las vocaciones de jóvenes hacia las áreas científicas y tecnológicas que demanda la necesidad de mayor innovación y competitividad del sector productivo de nuestro país.

## Introducción

El Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) de la Universidad Nacional Autónoma de México es parte del Subsistema de la Investigación Científica. Surgió como resultado de la evolución del Centro de Materiales, el cual fue creado a nivel institucional el 1° de febrero de 1967 con el fin de iniciar un programa de investigación en física de materiales a bajas temperaturas. A partir de 1969, se ampliaron sus áreas de investigación con la inclusión de estudios en polímeros y materiales metálicos, lo que motivó su cambio de nombre a Centro de Investigación de Materiales. Posteriormente, en 1973, se adicionaron investigaciones en materiales cerámicos y energía solar y se adoptó, para su organización académica, una estructura departamental que contemplaba tres ejes: Ciencia de Materiales, Tecnología de Materiales y Desarrollo Industrial de Materiales, además de cuatro áreas temáticas: materiales metálicos y cerámicos, materiales poliméricos, materiales y procesos para sistemas de energía y física de materiales a bajas temperaturas. El 21 de noviembre de 1979, el Centro de Investigación de Materiales se convirtió en el actual Instituto de Investigaciones en Materiales, dedicado al trabajo académico fundamental y aplicado en ciencia e ingeniería de materiales.

Actualmente, el IIM cuenta con una plantilla académica de **63** personas investigadoras y **28** personas técnicas académicas, cuya destacada productividad científica, a la par de su labor docente y de formación de recursos humanos, es referente a nivel nacional en el ámbito de la investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Como parte de sus capacidades, nuestro Instituto posee una amplia y sólida infraestructura científica para el estudio y caracterización de materiales mediante técnicas y equipos modernos de microscopía electrónica (barrido y transmisión con resolución atómica), difracción de rayos X, caracterización superficial, cromatografía, composición elemental, resonancia magnética, análisis térmico, reología y propiedades electrónicas y mecánicas de

materiales entre otros; así como estudios computacionales para la descripción teórica de materiales y sus propiedades.

Los temas de investigación que se desarrollan en el IIM están descritas en general en cada uno de los cinco departamentos que conforman la estructura académica del IIM, mismos que se describen a continuación.

***Materia Condensada y Criogenia.*** Se estudian las propiedades térmicas y de transporte en los materiales a bajas temperaturas, en particular en materiales cerámicos superconductores. Asimismo, se estudian las propiedades electromecánicas, térmicas, ópticas y magnéticas en nuevos materiales, tanto en forma de película delgada como en bulto. Además de estudios experimentales, se realizan simulaciones de nuevos materiales, incluyendo sus propiedades físicas y químicas.

***Materiales de Baja dimensionalidad.*** Se desarrollan materiales de baja dimensión (menor a la tridimensional o 3D) en diversas formas, entre las que se incluyen películas delgadas (2D), materiales nano-estructurados (1D, 0D), semicristalinos y nanopartículas, a fin de entender las propiedades de los nanomateriales para su aplicación potencial en los ámbitos de energía, catálisis, aplicaciones médicas y desarrollo de tecnologías limpias, entre otras.

***Materiales Metálicos y Cerámicos.*** Se realiza investigación orientada a materiales metálicos y cerámicos funcionales que encuentren aplicación en el desarrollo de nuevas tecnologías. Como parte de los estudios que se llevan a cabo, se busca establecer la correlación entre la microestructura y las propiedades eléctricas, magnéticas, mecánicas y electrónicas y de absorción, tanto en en materiales cerámicos como metálicos.

***Polímeros.*** Se impulsa el desarrollo de nuevos materiales poliméricos con propiedades mejoradas para fomentar la innovación tecnológica en procesos de síntesis y fabricación y promover así la aplicación de estos materiales en diversas áreas prioritarias de nuestro país. Con aproximaciones experimentales y teóricas, se busca profundizar en el conocimiento fundamental de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de diversas macromoléculas,

así como en sus interacciones con otros materiales. Adicionalmente, buscamos establecer colaboraciones interdisciplinarias tanto académicas como con el sector industrial para alcanzar aplicaciones prácticas.

***Reología y Mecánica de Materiales.*** Se investigan las propiedades reológicas y mecánicas de materiales complejos tal como polímeros, compuestos, nanocompuestos, emulsiones, petróleo, materiales granulados, entre otros, así como simulaciones computacionales de la materia condensada blanda; dichas simulaciones comprenden el estudio del autoensamblaje de moléculas anfifílicas para investigar la retención de moléculas contaminantes. Estos estudios básicos se enfocan a desarrollos tecnológicos entre los que se incluyen sistemas de fluidos de varias fases, fluidos biológicos, medios granulados, los cuales resultan útiles en diversos campos de aplicación.

***Unidad Morelia.*** Se desarrollan estudios de materiales sustentables enfocados en la captura de contaminantes, la eficiencia energética y espintrónica y materiales reciclables y biodegradables.

La estructura académico-administrativa actual del IIM está conformada de la siguiente forma:



Instituto de  
Investigaciones  
en Materiales

# Instituto de Investigaciones en Materiales



## **Misión, función y objetivos**

La misión actual del IIM es realizar investigación científica y tecnológica sobre la estructura, las propiedades, los procesos de transformación y el desempeño de los materiales, así como formar recursos humanos de alta calidad en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales y difundir ampliamente los resultados de sus investigaciones. La función del Instituto es proporcionar a los investigadores, técnicos académicos y estudiantes asociados las facilidades y apoyo para que realicen investigaciones de actualidad que contribuyan al conocimiento universal y favorezcan al resto de la comunidad universitaria y a la sociedad.

Los objetivos del IIM son los siguientes:

- i) Contribuir al estudio teórico y experimental de los materiales*
- ii) Generar conocimiento nuevo sobre la correlación síntesis-estructura y propiedades de los materiales*
- iii) Generar nuevos materiales, procesos de transformación y aplicaciones*
- iv) Formar recursos humanos de excelencia en el área de ciencia e ingeniería de materiales*
- v) Contribuir a la aplicación tecnológica de los materiales y propiciar la vinculación con el sector industrial*
- vi) Prestar servicios de investigación científica y tecnológica, además de asistencia técnica en el área de ciencia e ingeniería de materiales*
- vii) Difundir ampliamente los estudios que se realicen y los resultados y productos que se obtengan.*

## **Plan de Desarrollo IIM 2020-2024**

El Plan de Desarrollo IIM 2020-2024 (PD IIM-2020-2024) estableció las directrices para consolidar la productividad científica primaria de calidad en el IIM mediante el fortalecimiento de la planta académica y el fomento de proyectos de investigación interdisciplinarios en temáticas de vanguardia en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales que generen conocimiento científico y tecnológico de calidad para su

aprovechamiento en los sectores académico, productivo y social, propiciando una mayor incidencia en la resolución de problemas de interés nacional. Asimismo, se planteó mantener y renovar la infraestructura para la investigación, así como mejorar la eficiencia en la formación de recursos humanos de alto nivel. En el área administrativa se buscó implementar servicios ágiles y sencillos para facilitar la gestión de trámites de apoyo a la investigación. Asimismo, se incluyó un eje sobre Igualdad de Género con el fin de desarrollar políticas de visualización y concientización de tópicos en materia de igualdad de oportunidades y desarrollo de ambientes de trabajo respetuosos y libres de violencia de género. En este contexto, el PD-IIM 2020-2024 planteó cinco ejes estratégicos para la implementación de programas y acciones que atiendan las problemáticas asociadas a cada Eje. Los Ejes considerados fueron los siguientes:

***E1) Investigación y desarrollo.*** *Objetivo:* Consolidar la productividad académica primaria de calidad mediante el fortalecimiento de la planta académica y la consolidación de una infraestructura actualizada y funcional para la investigación de vanguardia en temas actuales de Ciencia e Ingeniería de Materiales (CeIM) que generen conocimiento científico y tecnológico de calidad para su aprovechamiento en los sectores académico, productivo y social.

***E2) Formación y docencia.*** *Objetivo:* Fomentar la formación de recursos humanos en CeIM en tiempo y forma, impulsando programas de apoyo para favorecer el aumento de la matrícula de estudiantes de posgrado, así como el incremento de la eficiencia terminal de tesis de todos los niveles, en especial de posgrado. Apoyar la implementación de la carrera en Química e Ingeniería de Materiales (FQ-UNAM)

***E3) Vinculación y difusión.*** *Objetivo:* Mejorar la vinculación academia-industria, a fin de potenciar la colaboración con el sector productivo para contribuir a la solución de problemas de interés nacional. Aumentar los ingresos extraordinarios del IIM. Fomentar la difusión amplia de las investigaciones que se llevan a cabo en nuestro Instituto.

**E4) Gestión y administración.** *Objetivo:* Consolidar la prestación de servicios ágiles y eficientes para la gestión administrativa interna del IIM, mediante un programa amplio e incluyente de capacitación al personal administrativo y de simplificación de trámites.

**E5) Igualdad de género.** *Objetivo:* Implementar programas que contribuyan a fortalecer un ambiente de trabajo con respeto a los derechos humanos, incluyente, tolerante y libre de toda discriminación y que se encamine hacia la igualdad de oportunidades laborales, académicas y administrativas para hombres y mujeres, fomentando una convivencia libre de violencia de género en cualquiera de sus manifestaciones.

A continuación, se presenta un recuento detallado de las actividades académicas realizadas durante el periodo 2016-2024 y su análisis en perspectiva respecto al cumplimiento de los objetivos de cada uno de los Ejes Estratégicos considerados en el Plan de Desarrollo IIM 2020-2024 y el Plan de Desarrollo UNAM 2019-2023 y 2023-2027.

## Eje Estratégico E1: Investigación y Desarrollo

La Investigación científica de primer nivel forma parte esencial de nuestras labores sustantivas enfocadas en la generación de conocimiento nuevo y pertinente que impulse el desarrollo tecnológico para su aprovechamiento en los sectores académico, productivo y social. En el periodo 2016-2024, nuestra producción científica primaria resultó altamente significativa, en virtud de los indicadores de productividad que se glosan en este informe, los cuales reflejan el enorme compromiso y dedicación de toda nuestra comunidad (académicos, estudiantes y administrativos) para trabajar en los diversos proyectos de investigación y sus resultados, los cuales nos distinguieron como Instituto de alta productividad en el periodo que se reseña. Como parte inicial de este recuento de actividades, se presenta la situación actual del activo más importante con el que contamos en nuestro Instituto: El personal académico, así como la productividad primaria que genera.

### *Personal académico*

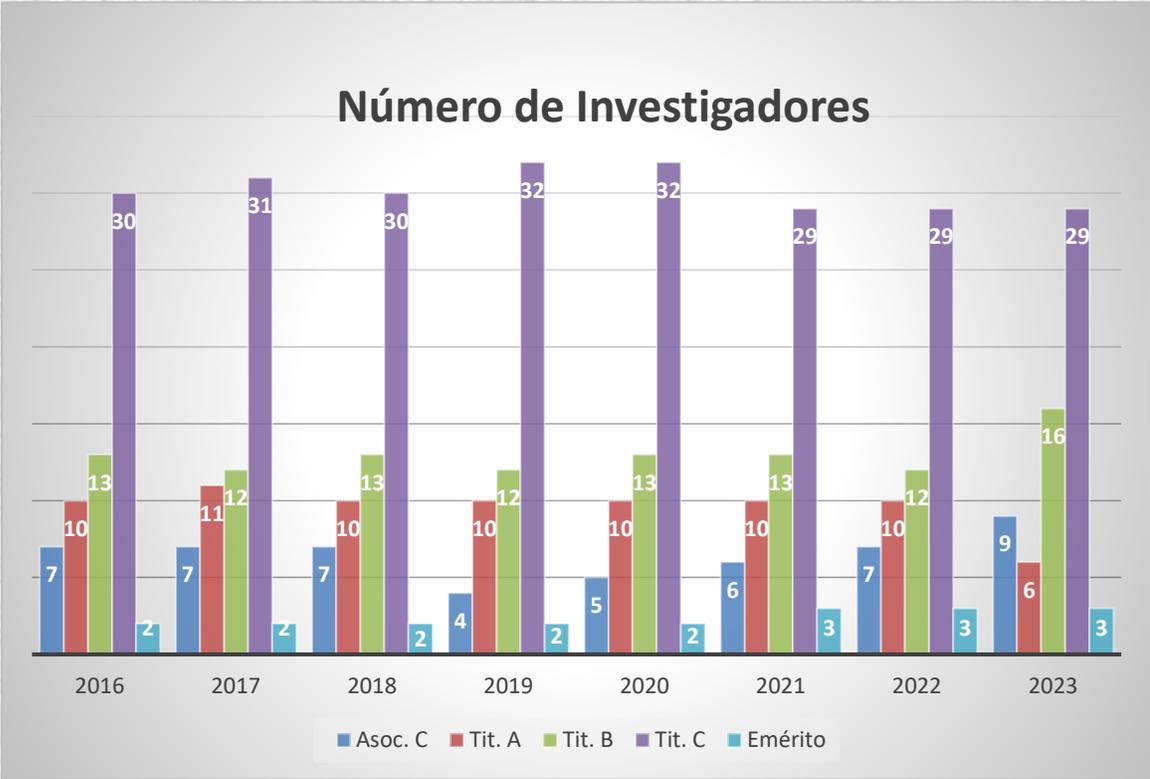
El personal académico adscrito al Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) al 30 de junio de 2024 está conformado por:

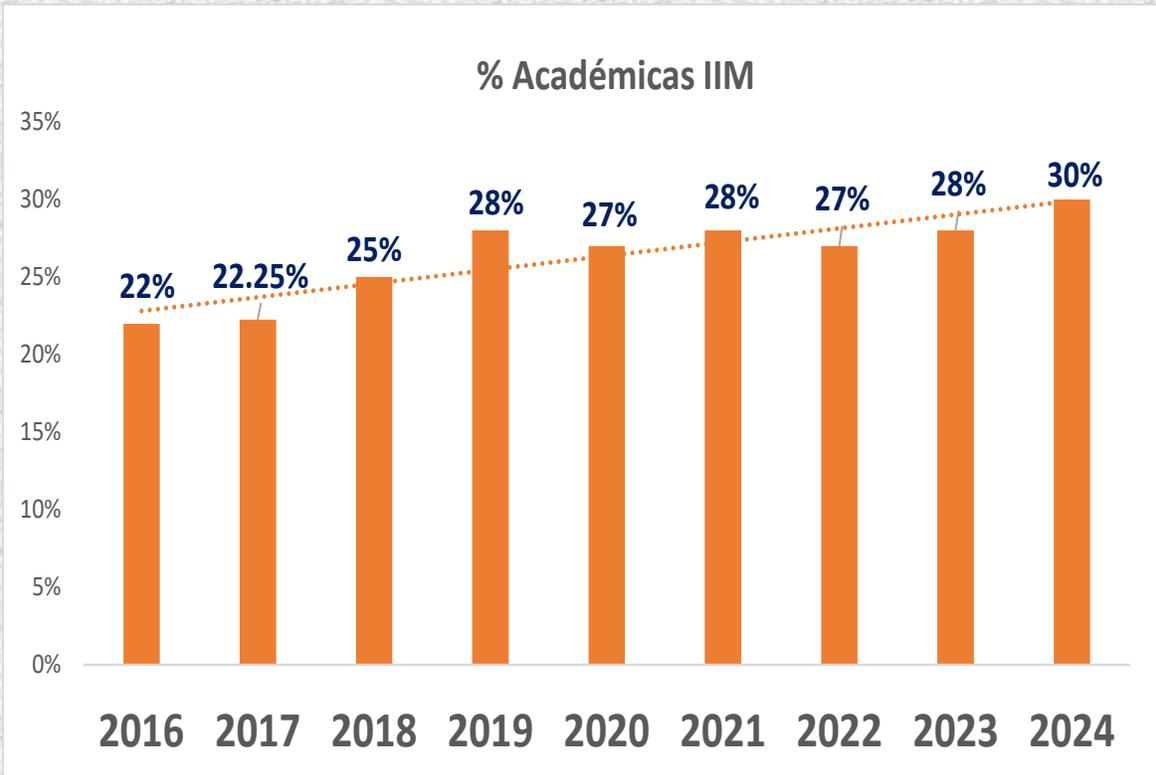
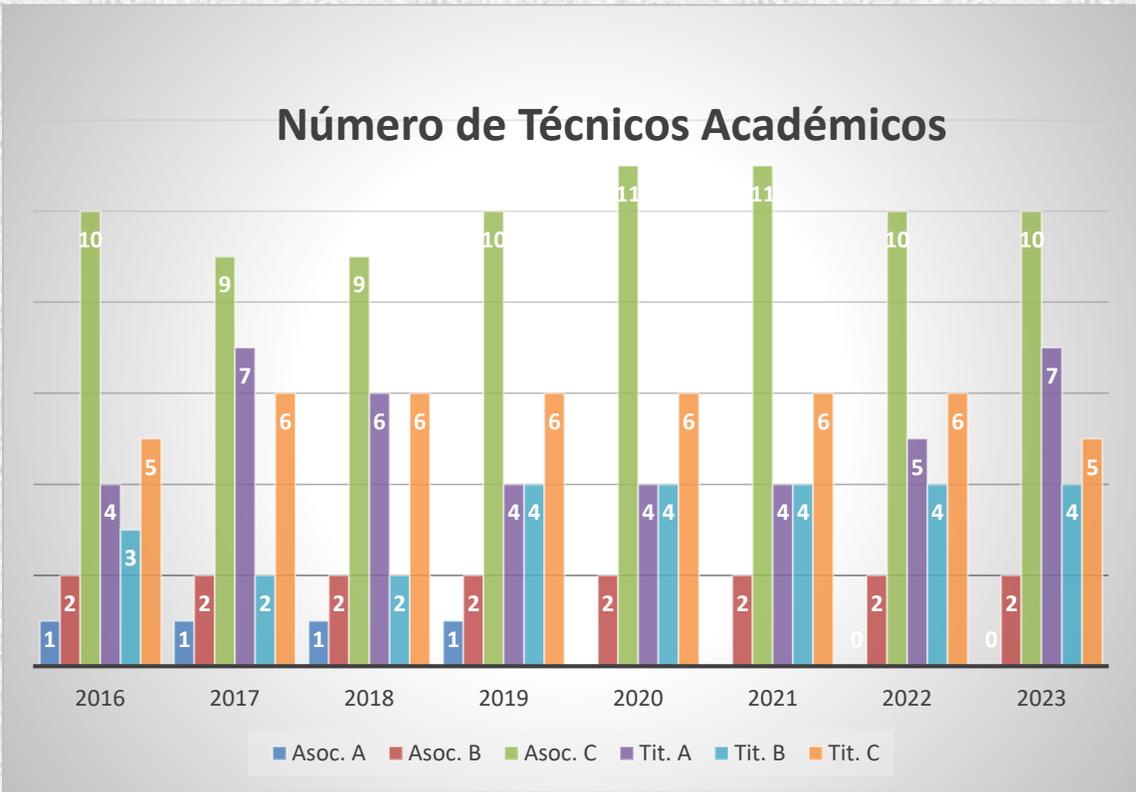
- ✓ 63 investigadores
  - 3 eméritos
  - 51 titulares
  - 9 asociados
- ✓ 28 técnicos académicos
  - 16 titulares
  - 12 asociados

También contamos con 37 posdoctorantes y una investigadora por México (CONAHCYT).

Las variaciones del número de investigadores y técnicos en cada categoría a lo largo de los últimos 8 años se muestran en las Figuras siguientes, en las que se puede observar que la mayoría de nuestros investigadores ostenta la categoría de Titular C y el 72% de nuestra plantilla académica esta en las categorías de Titular B y C, lo que refleja la estabilidad,

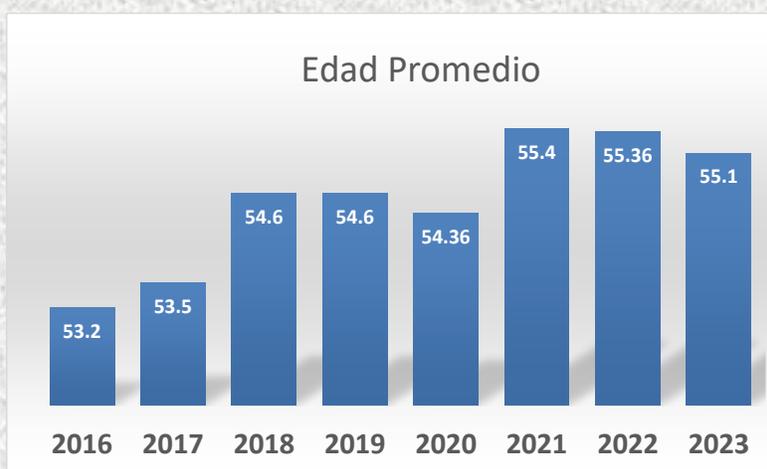
madurez y experiencia de nuestra comunidad, lo que a su vez influye positivamente en la intensa productividad académica que se describe más adelante. Por otro lado, las nuevas contrataciones de investigadores (con nombramientos de Asociado C) se han mantenido en alrededor del 14% a lo largo de los años recientes, lo que muestra que los esfuerzos de renovación de personal, si bien aún insuficientes, se han mantenido persistentes a lo largo del tiempo. En cuanto a Técnicos Académicos, 42% de ellos aun cuenta con nombramiento de “Asociado”, lo que se puede atribuir a la renovación de personal y la incorporación de académicos jóvenes en años recientes. Esta asimetría de nombramientos entre investigadores y técnicos también se refleja en los promedios de edad de cada grupo, como se verá más adelante.





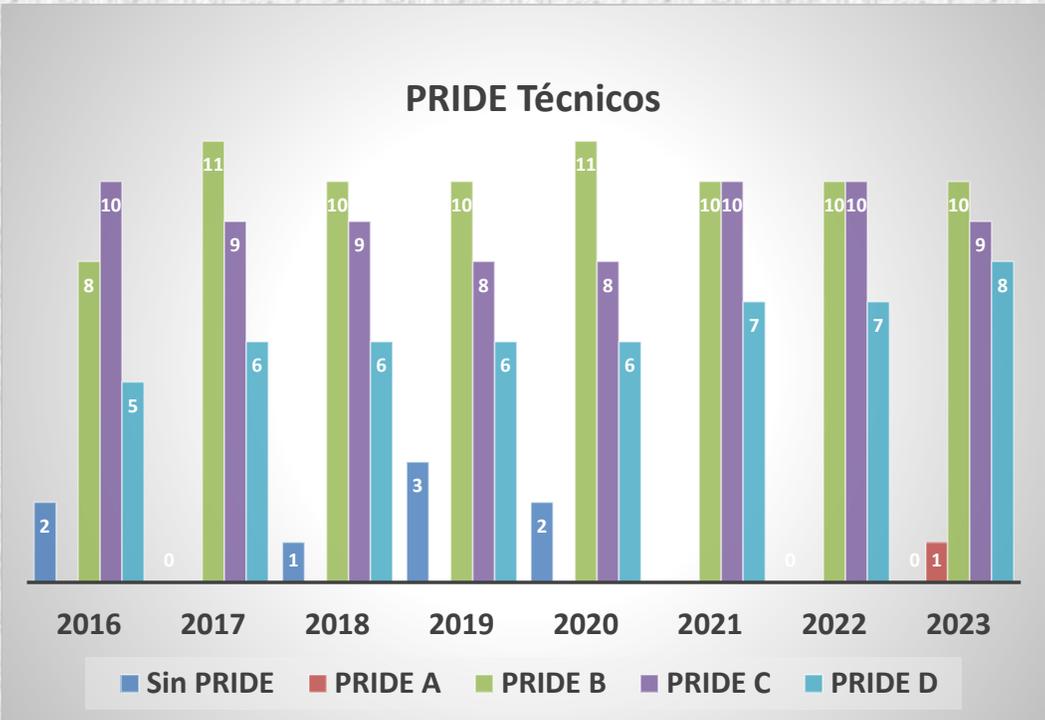
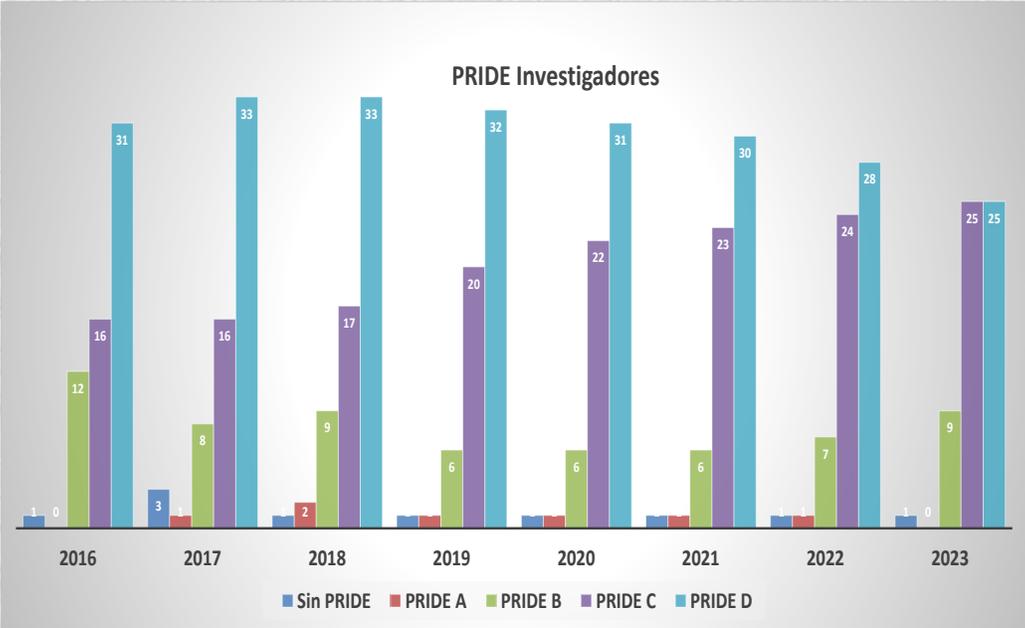


En este contexto, cabe destacar que durante el periodo 2016-2024 se incorporaron como académicos de nuevo ingreso mediante la renovación de plazas vacantes por jubilación, fallecimiento o renuncia, 22 académicos (13 investigadores y 9 Técnicos Académicos) de los cuales 41% son mujeres, lo que refleja la creciente capacidad de mujeres para concursar en condiciones de igualdad con los hombres por plazas académicas disponibles. Este esfuerzo de renovación de la planta académica fue posible gracias al impulso recibido en los programas de renovación institucional (como el “SIJA”) y a nuestra convicción institucional para integrar jóvenes talentos a nuestra comunidad académica. En este contexto, destaca el porcentaje de mujeres académicas, el cual representa en los hechos, la igualdad de género en contratos de nuevo ingreso, gracias al número creciente de mujeres con perfiles curriculares altamente competitivos que, en igualdad de circunstancias, se está abriendo camino entre la competencia para ocupar plazas académicas.

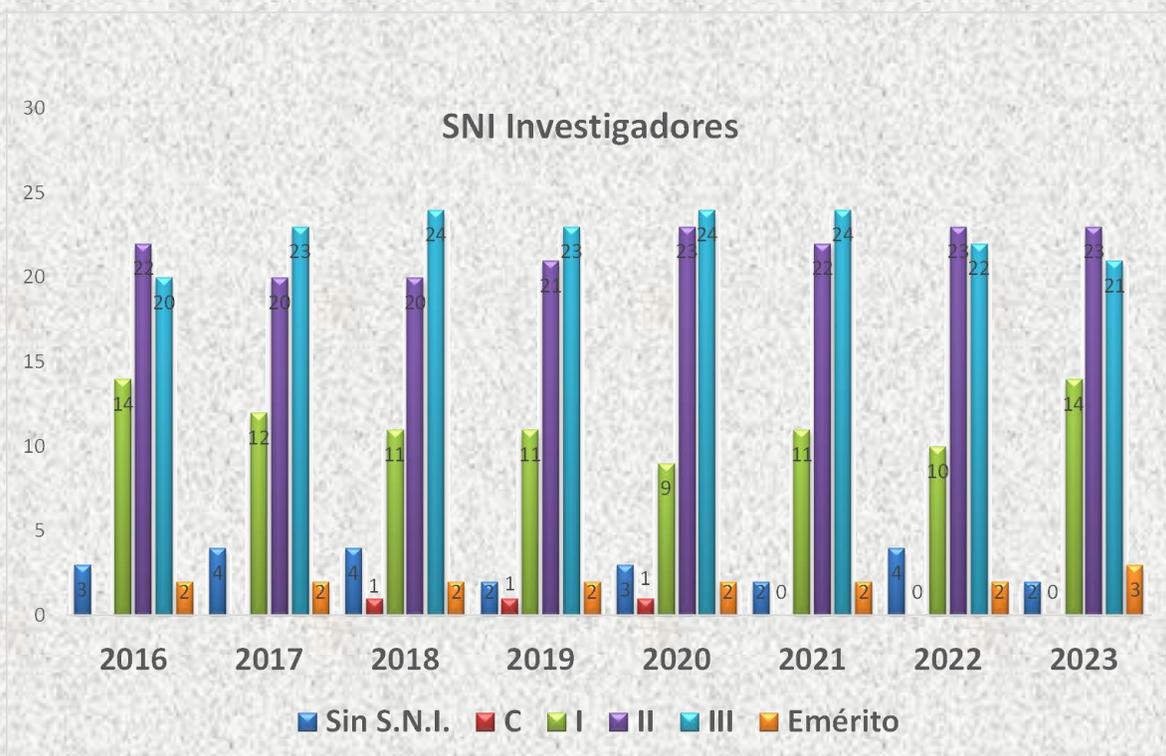


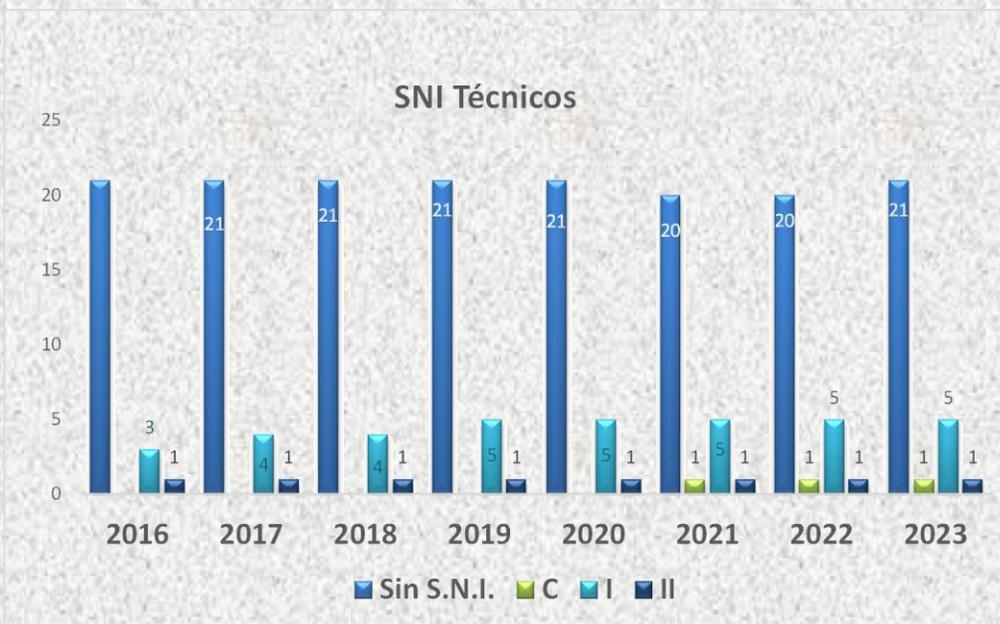
En las siguientes gráficas se muestra la distribución del nivel de los investigadores y los técnicos académicos en el Programa de Primas al Desempeño (PRIDE) del personal académico. En el caso de los investigadores, la predominancia del nivel D se ha mantenido desde el 2016, junto a una tendencia creciente del nivel C a lo largo del tiempo, lo cual refleja la consolidación progresiva de nuestra comunidad académica, fruto a su vez de la productividad científica reconocida a través de dicho Programa. El porcentaje combinado de niveles C y D de PRIDE alcanza 85% de los investigadores, lo que es consistente con la alta productividad académica que caracteriza a nuestra comunidad. En el caso de los

técnicos académicos, la mayoría (70%) se sitúan entre los niveles B y C del PRIDE junto con un 29% en nivel D. Estos niveles de PRIDE se pueden asociar a antigüedades menores respecto a los investigadores, y por tanto, carreras académicas más jóvenes y en proceso de consolidación.



En relación al Sistema Nacional de Investigadores, actualmente 98% de los investigadores del IIM ostentan alguna de las categorías de dicho sistema, como lo muestra la Figura alusiva. El número de investigadores con membresía en este sistema se ha mantenido por encima del 95% en los últimos ocho años. Destaca también el hecho de que entre Nivel II y III se puede contabilizar al 75% de nuestros investigadores, lo que es congruente con la madurez y la calidad de nuestra productividad científica valorada mediante este reconocimiento institucional. Este porcentaje mayoritario con los Niveles II y III se ha mantenido estable desde hace ocho años. Por su parte, el 26% de los técnicos académicos pertenece el S.N.I.. Este porcentaje refleja una porción significativa de nuestros técnicos académicos cuya labor de apoyo a la investigación implica un nivel de involucramiento más amplio y profundo que la sola prestación de servicios de laboratorio, lo que les ha permitido incluso llevar a cabo sus propios proyectos de investigación.





## Promociones, premios y distinciones

Durante el periodo 2016-2024, el personal académico del IIM logró un total de 29 promociones de nombramiento académico, con un destacado 20% a la máxima categoría de Investigador Titular C.

Las promociones desglosadas se indican a continuación:

- Investigador Asociado C a Investigador Titular A: 6 promociones.
- Investigador Titular A a Investigador Titular B: 11 promociones.
- Investigador Titular B a Investigador Titular C: 5 promociones.
- Investigador Emérito: Una promoción.
- Técnico Académico Asociado C a Técnico Académico Titular A: 4 promociones.
- Técnico Académico Titular A a Técnico Académico Titular B: 2 promociones.

Cabe señalar que 24% de estas promociones fueron logradas por académicas del IIM.

En el mismo periodo, nuestro claustro académico logró 18 promociones en el Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, con un destacado 40% a nivel III. Las promociones logradas se detallan de la siguiente forma:

- De S.N.I. nivel I a S.N.I. nivel II: 9 promociones.
- De S.N.I. nivel II a S.N.I. nivel III: 7 promociones.
- Emérito del S.N.I.: 2 promociones.

De forma análoga a las promociones internas, el 28 % de las promociones en el S.N.I. fueron logradas por académicas del IIM.

Asimismo, en el lapso de años 2016-2024 nuestro personal académico recibió 27 premios y reconocimientos (más de tres premios por año, en promedio), los cuales se indican a continuación:

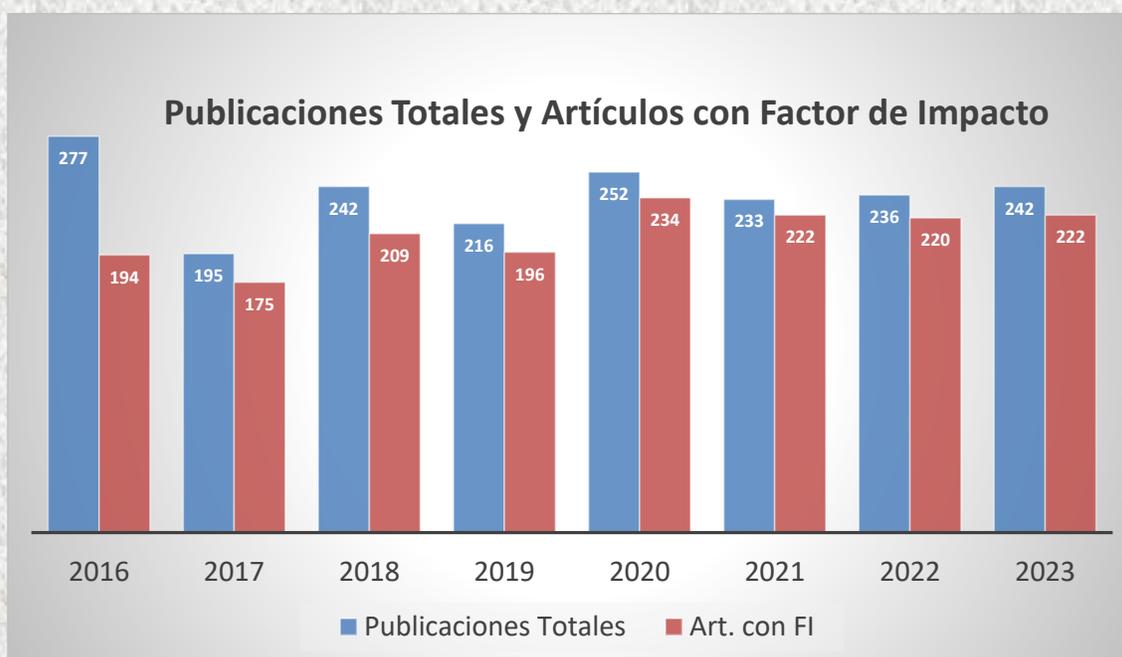
- ✓ ***Dra. Ma. Elena Villafuerte***: Premio Epsilon de Oro de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio a la mejor trayectoria académica de investigadores en el área de cerámicos (2017).
- ✓ ***Dr. Ricardo Vera Graziano***: Pilar de la Ciencia de los Materiales en Mexico en el marco del VII Foro Internacional de Ingeniería Tisular, organizado por la FES Iztacala (2018)
- ✓ ***Dr. Ricardo Vera Graziano***: Premio México 2017 del Consejo Consultivo de Ciencias.
- ✓ ***Dr. Alberto Beltrán Morales***, Premio Mejor Poster, 1er Congreso Nacional de Sistemas de Energías Renovables 2018.
- ✓ ***Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas***, Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2016 en el área “Innovación Tecnológica y Diseño Industrial”
- ✓ ***Dr. Roberto Zenit***, Reconocimiento “*Fellow*” de la American Physical Society (2018).
- ✓ ***Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas***: Premio de Investigación 2018 para Científicos Jóvenes, Academia Mexicana de Ciencias A.C.
- ✓ ***Dr. Juan Arnaldo Hernández Cordero***, “Honorary Joint Professor”, Dep. Mechanical Engineering, University of California, USA.
- ✓ ***Dr. Oracio Navarro Chávez***, Premio al Desarrollo de la Física en México, Sociedad Mexicana de Física (2019).
- ✓ ***Dr. Oracio Navarro Chávez***, Premio Estatal de Ciencias 2019, Michoacán.

- ✓ ***Dra. Ma. Cristina Piña Barba***: Premio Universidad Nacional 2019 en el área de “Innovación Tecnológica y Diseño Industrial”
- ✓ ***Dr. Ilich Argel Ibarra Alvarado***: Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2019 en el área de “Innovación Tecnológica y Diseño Industrial”.
- ✓ ***Dr. Héctor Domínguez Castro***: The prize of the 10th Meeting on Molecular Simulations (2019)
- ✓ ***Dra. Ma. Cristina Piña Barba***: Premio Nacional de Cirugía Año 2019 “Dr. Francisco Montes de Oca”
- ✓ ***Dra. Angélica Estrella Ramos Peña***: Premio "Sor Juana Inés de la Cruz" (2020)
- ✓ ***Dra. Monserrat Bizarro Sordo***: Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2020.
- ✓ ***Dr. Ilich Argel Ibarra Alvarado***. Premio de Investigación 2020 para Científicos Jóvenes, Academia Mexicana de Ciencias A.C.
- ✓ ***Dr. Ricardo Vera Graziano***. 2º lugar Premio Fomento al Patentamiento e Innovación 2020 (PROFOPI) UNAM.
- ✓ ***M. en C. Adriana Tejeda Cruz***: Premio Sor Juana Inés de la Cruz 2021
- ✓ ***Dr. Diego Solís Ibarra***: Talented Twelve (2021)
- ✓ ***Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas***: Scientist Award (2021)
- ✓ ***Dr. Octavio Manero***: Top Cited Article (2020-2021)
- ✓ ***Dr. Ilya Kaplan***: Distinguished Speaker en el 3rd Advanced Chemistry World Congress (2021)
- ✓ ***Dra. Monserrat Bizarro Sordo y Dr. Agileo Hernández Gordillo***: Premio a la Innovación Bionano Ciencia y Tecnología CINVESTAV- Neopharma (2021)
- ✓ ***Dr. Roberto Escudero Derat***: Premio Nacional de Ciencias, México 2022
- ✓ ***Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas***. 1er Premio Nacional del Aluminio 2023 en la categoría de Innovación.
- ✓ ***Dra. Sandra Elizabeth Rodil Posada***. Premio Mujeres en la Ciencia L'Oreal-UNESCO-AMC 2023 en el área de Ciencias Exacta.

Todos estos reconocimientos reflejan fehacientemente la calidad académica de nuestros investigadores, técnicos y estudiantes, cuyas labores sustantivas han sido distinguidas dentro y fuera de la UNAM para satisfacción y orgullo de la comunidad universitaria de la que formamos parte.

## Productividad científica

En la Figura siguiente, se muestra el número total artículos y publicaciones (artículos mas capítulos de libro, libros, memorias arbitradas) con Factor de Impacto (FI) del IIM por año desde el 2016, el cual presenta en general una tendencia estable superior a 220 publicaciones hasta 2023. En el 2023 se logró mantener una productividad global superior a las 240 publicaciones, varias de ellos en revistas de muy alto factor de impacto, como se describe más adelante. Asimismo, en el periodo 2016-2024 el personal académico del IIM publicó 43 libros y capítulos de libros.



Un aspecto muy relevante en la productividad primaria del IIM es el siguiente: El acumulado histórico de artículos publicados por académico del IIM es de poco mas de 5,000 publicaciones. Tomando en cuenta que las publicaciones 2016-2024 fueron de 1,893, tenemos que, durante el periodo 2016-2024, se han publicado el 38% de todas las publicaciones en la historia de nuestro Instituto. A nivel del Subsistema de la Investigación Científica (SIC), en el 2023, el IIM ocupó el tercer lugar entre los Institutos del área físico-matemáticas con más artículos publicados (“Agenda Estadística UNAM 2024”, Dirección

General de Planeación, UNAM, 2024). Históricamente, durante el periodo 2000-2022, el IIM se consolidó también en el tercer lugar entre los Institutos del área físico-matemáticas con más artículos publicados (“*La Ciencia en la UNAM 2023*”. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, 2023). Otro aspecto interesante es que un número significativo de las publicaciones del IIM se han realizado en colaboración con académicos de más de 70 países en los últimos 20 años.

De forma análoga, el indicador de artículos por investigador por año, mostrado en la Figura siguiente, se ha mantenido por arriba de los 3.3 arts/inv/año en años, lo cual refleja el compromiso y dedicación de nuestro personal académico con sus labores sustantivas. Si tomamos en cuenta las publicaciones totales (que abarca además de artículos: libros, capítulos de libros y memorias arbitradas), este indicador de productividad presenta una tendencia de casi 4.0 publicaciones/inv/año, lo cual es consistente con la destacada productividad de artículos publicados. Este indicador nos coloca entre los tres primeros lugares de institutos con más artículos publicados, tanto durante el periodo 2000-2022 como en el año 2023 (*idem*).





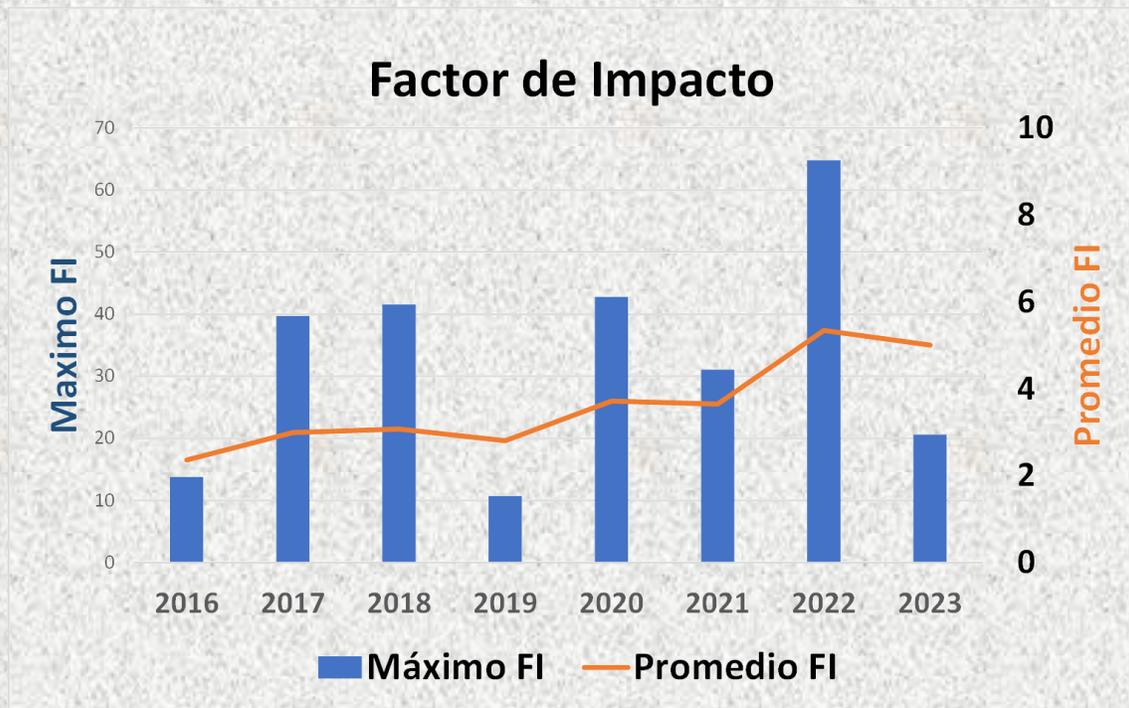
Estos destacados indicadores de productividad académica primaria son posibles debido a la experiencia, conocimiento, dedicación y compromiso de toda nuestra comunidad académica, la cual ha logrado combinar de forma sinérgica, las trayectorias consolidadas de investigadores con nombramiento de Titular C junto a la invaluable y fructífera contribución de académicos jóvenes y de reciente incorporación, cuyas carreras académicas están en proceso de consolidación.

En la siguiente gráfica se presenta el promedio de artículos por investigador de los últimos siete años, desagregado de forma individual por investigador. La letra que antecede las iniciales del nombre de los investigadores refiere el nivel del nombramiento que cada académico ostenta actualmente (C= Titular C, B= Titular B, A= Titular A, AC=Asociado C, E=Investigador emérito). Como referencia se incluye el promedio de artículos por investigador (3.2) para el mismo periodo. De esta gráfica es claro notar que la productividad en artículos publicados por arriba del promedio la presentan en su mayoría, investigadores Titulares C y Eméritos, cuyas carreras académicas están consolidadas en las temáticas de investigación que han cultivado desde años y cuya productividad se ha mantenido consistente durante un periodo de tiempo considerable. En este contexto, cabe señalar que entre los cinco académicos más productivos destacan dos reconocidas investigadoras, lo

cual ilustra muy bien la importancia de la contribución de nuestras académicas a la productividad global de nuestro Instituto.



Por su parte, el factor de impacto promedio de las revistas en las que se publican los artículos de investigación del personal académico desde 2016 ha ido incrementándose progresivamente, al pasar de FI=2.359 en 2018 a 5.341 en 2023, lo que refleja el compromiso y dedicación de nuestra comunidad académica con sus labores sustantivas de investigación, en las que no solo se enfoca en la cantidad de publicaciones, sino también se procura el impacto cualitativo estimado en indicadores como el Factor de Impacto, el cual, si bien no puede considerarse como un parámetro absoluto para evaluar la calidad de la investigación, posee una utilidad como referencia cuantitativa que permite visualizar en primera instancia, la valoración que están teniendo nuestras publicaciones en la comunidad científica del área de Ciencia e Ingeniería de Materiales. De igual forma, en relación al artículo publicado en la revista con mayor Factor de Impacto de cada año, si bien hay variaciones importantes, cabe destacar que durante el periodo 2016-2024, ha habido 5 publicaciones con FI > 20 y al menos 3 de ellas con FI > 40.



Cabe destacar las siguientes publicaciones de muy alto impacto que se publicaron en el periodo 2016 -2024

- Artículo: ***“Functionalization of starches from Mexican Oxalis tuberosa using dual chemical modification”***, publicado en coautoría por el **Dr. Octavio Manero Brito** en la prestigiosa revista **“Food Hydrocolloids”** 149 (2024) 109500 (FI=19.9). En este trabajo se presentan las propiedades mejoradas de almidones naturales extraídos de la oca mexicana mediante sustitución lipofílica, lo cual produjo una disminución del contenido de amilosa, lo que facilitó significativamente la preparación de estos almidones en forma de emulsiones con propiedades mejoradas, como índices de absorción de agua y solubilidad más altos y mejor absorción de lípidos. Estas características permitirán explorar aplicaciones de estos almidones modificados en la industria de alimentos, como estabilizantes de emulsiones y como sistemas de liberación controlada de fármacos.

- Artículo ***“Chemical transformations of highly toxic H<sub>2</sub>S to promising clean energy in MOFs”***, publicado en coautoría por el ***Dr. Ilich Argel Ibarra Alvarado*** en la prestigiosa revista ***“Coordination Chemistry Reviews”*** 485 (2023) 215135 (FI=20.6). En este artículo se presentan resultados muy novedosos sobre la conversión catalítica de un gas sumamente tóxico como es el H<sub>2</sub>S, utilizando nanomateriales de tipo MOFs, lo que resulta de enorme impacto e interés para la investigación relacionada con remediación ambiental. Considerando que dicha conversión catalítica abre opciones nuevas para diseñar baterías de litio-azufre, es posible entonces proponer una nueva y vanguardista tecnología para convertir de manera sustentable, contaminantes atmosféricos a fuentes limpias de energía.
- Artículo ***“Chemical crystallography by serial femtosecond X-ray diffraction”***. Publicado en coautoría por el ***Dr. Diego Solis Ibarra*** en la prestigiosa revista ***“Nature”*** 60 (2022) 360 (FI= 64.8). En este trabajo se presenta una técnica novedosa conocida como ***“Cristalografía de rayos X de femtosegundos en serie de moléculas pequeñas”*** (o smSFX), la cual consiste en irradiar miles de microcristales de algún compuesto orientados aleatoriamente con un láser de rayos X extra potente, conocido como ***“XFEL”*** (láser de electrones-libres de rayos-X, por sus siglas en inglés) y en combinación con una serie de algoritmos, procesar los datos de difracción para determinar su características cristalográficas y estructurales. Esta nueva técnica de difracción es el primer ejemplo de elucidación de moléculas pequeñas por XFEL y abrirá las puertas al estudio de muchos compuestos y materiales que previamente no era posible por las limitaciones para obtener muestras en forma de monocristal.
- Artículo ***“Bio-acceptable 0D and 1D ZnO nanostructures for cancer diagnostics and treatment”***. Publicado en coautoría por los doctores ***Ateet Dutt y Guillermo Santana*** en la prestigiosa revista ***“Materials Today”*** 50 (2021) 533 (Factor de impacto= 31.4). En este trabajo se presenta una revisión detallada del cáncer como un problema de salud pública, así como de las propiedades intrínsecas de los nanomateriales de Óxido de Zinc (ZnO) y sus mecanismos de toxicidad al estar en contacto con tejidos humanos y diversos sistemas biológicos. Se propuso un análisis

de las relaciones de aspecto de las nanoestructuras unidimensionales como los nanoalambres o nano varillas, con el nivel de toxicidad que pueden causar en las células. Finalmente, se estableció una categorización de las diferentes aplicaciones diagnósticas de los nanoalambres para cáncer, y se revisaron sus aplicaciones más prometedoras para el tratamiento de algunos tipos de tumores

- Artículo ***“Hidden diversity of vacancy networks in Prussian blue analogues”***. Publicado en coautoría por la ***Dra. María Laura Rios Gómez*** en la prestigiosa revista ***“Nature”*** 578 (2020) 256 ( FI= 64.8). En este trabajo se presenta un estudio original sobre redes de vacancias mediante patrones de dispersión difusa de rayos-X en estructuras monocristalinas conocidas como “análogos de azul prusiano”. La red de vacancias descrita tiene características microporosas no aleatorias que permiten controlar la capacidad del material para almacenar y transportar gases.
- Artículo: ***“High and energy-efficient reversible SO<sub>2</sub> uptake by a robust Sc(III)-based MOF”***. Publicado en coautoría por los **doctores Ana Martínez** y **Argel Ibarra** en la prestigiosa revista ***“Journal of Materials Chemistry A”*** 7 (2019) 15580 (FI= 10.7).En este trabajo se presente el desarrollo de un material tipo caja metal-orgánica para la captura óptima de gases tóxicos como SO<sub>2</sub>, con la capacidad de usarse en varios ciclos sin degradarse. Se demostró que este material puede mejorar su capacidad de adsorción hasta en un 40% cuando se adsorbe previamente un poco de etanol. Este desarrollo representa una contribución altamente significativa a la problemática de atenuación de gases contaminantes.
- Artículo ***“Sterically controlled mechanochemistry under hydrostatic pressure”***. Publicado en coautoría por el ***Dr. Diego Solis Ibarra*** en la prestigiosa revista ***“Nature”*** 554 (2018) 505 ( FI= 64.8). Este artículo describe la importancia de las reacciones químicas inducidas mecánicamente, un enfoque menos explorado en comparación con otras fuentes de energía como el calor o la luz. Revela cómo la aplicación de presión a ciertas estructuras moleculares puede desencadenar reacciones químicas específicas, proporcionando una nueva perspectiva para la síntesis de materiales y la química molecular. Además, ofrece una comprensión más

profunda de cómo la energía mecánica se traduce en reactividad química a nivel atómico, lo que podría conducir a avances significativos en la fabricación de materiales y en la síntesis de productos químicos importantes, como medicamentos y materiales comerciales.

- Artículo ***“Hybrid metal-organic chalcogenide nanowires with electrically conductive inorganic core through diamondoid-directed assembly”***. Publicado en coautoría por el **Dr. Diego Solís Ibarra** en la prestigiosa revista ***“Nature materials”*** 16 (2017) 349 ( FI= 39.73). En este trabajo se presenta una ruta nueva de síntesis de nanoalambres con núcleo inorgánico y anchura de solo tres átomos. Estas estructuras nuevas poseen propiedades electrónicas de tipo banda que permite modular su conductividad hasta en tres órdenes de magnitud mediante dopaje de huecos, lo cual representa una forma novedosa de controlar las propiedades electrónicas de nanoestructuras.

Cabe destacar también que durante el periodo 2016-2024, los artículos publicados por académicos del IIM merecieron 14 portadas de revistas científicas muy prestigiosas de circulación internacional y amplio reconocimiento académico.

Por su parte, el número de citas total que reciben los artículos publicados por investigadores del IIM también ha aumentado de manera constante y destacada desde el 2016, como se ilustra en la Figura siguiente, en la que se observan máximos históricos superiores a 6500 citas anuales en los últimos tres años. Tomando en cuenta que a lo largo de su historia los artículos publicados por el IIM han logrado 72700 citas, resulta sobresaliente que en el periodo 2016-2024 se hayan tenido 41,400 citas, es decir, el 57% del total histórico.

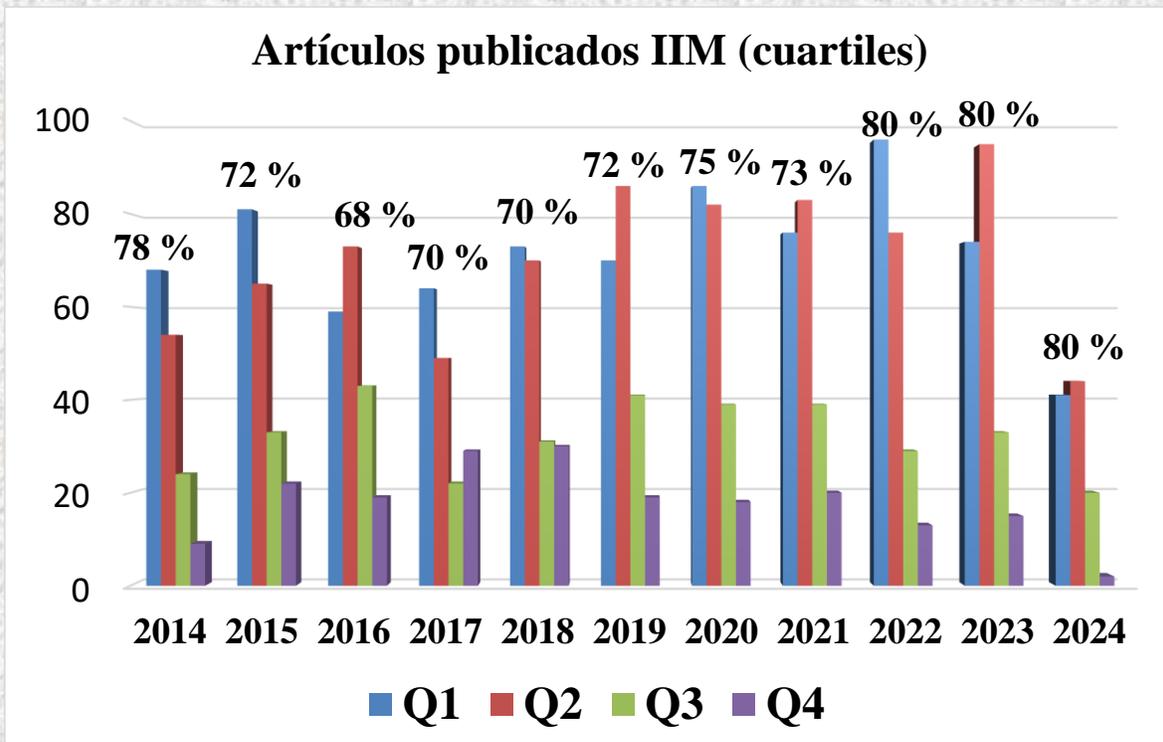


De manera complementaria, el factor H de las publicaciones del IIM durante el periodo 2016-2024 se ilustra en la Figura siguiente. Este indicador también ha aumentado de manera sostenida desde el 2016, con un notorio incremento de 50 % en 2023 (comparado con 2016), en el que alcanzamos un máximo histórico de  $H=94$ , lo que es consistente con los datos de factor de impacto y de citas ya mencionados. Estos dos indicadores coinciden en señalar el impacto creciente que a lo largo del tiempo está logrando la investigación de calidad que desarrolla la comunidad académica del IIM.

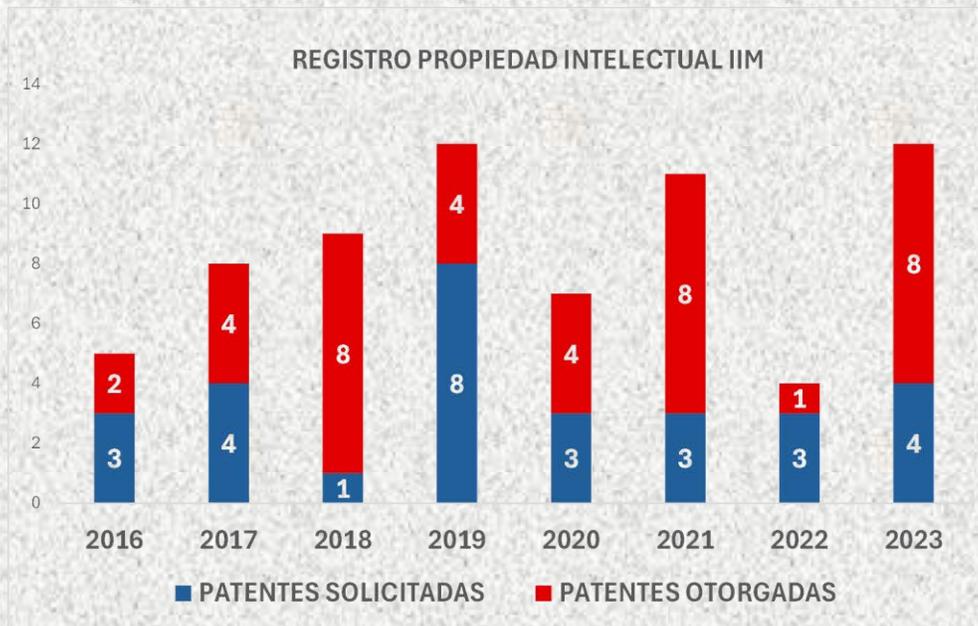


Un parámetro de reciente introducción en los análisis bibliométricos de la productividad científica en artículos publicados está basado en el uso de “cuartiles”, los cuales agrupan los artículos publicados en revistas indizadas en cuatro categorías (Q1, Q2, Q3, Q4), las cuales dividen los factores de impacto, de mayor a menor, de las revistas especializadas en Ciencia de Materiales.

En la Figura siguiente, se observa la distribución por cuartiles de los artículos publicados por el personal académico del IIM en el periodo 2014-2023. Dicha distribución muestra con claridad que, en general, en los últimos 10 años hemos tenido más del 70 % de nuestras publicaciones en revistas con factor de impacto dentro de los primeros dos cuartiles (Q1+Q2) y, desde el 2022, alcanzamos el 80% de artículos en dichos cuartiles. Este parámetro bibliométrico refleja con claridad la calidad de las publicaciones del IIM, resultado a su vez de la madurez científica del personal académico que incluye investigadores y técnicos jóvenes que están iniciando sus carreras científicas, así como un número considerable de investigadores consolidados con muchos años de experiencia y conocimiento acumulado en temas de ciencia e ingeniería de materiales. Se debe seguir trabajando para fomentar que dicho porcentaje se mantenga consistente año con año.



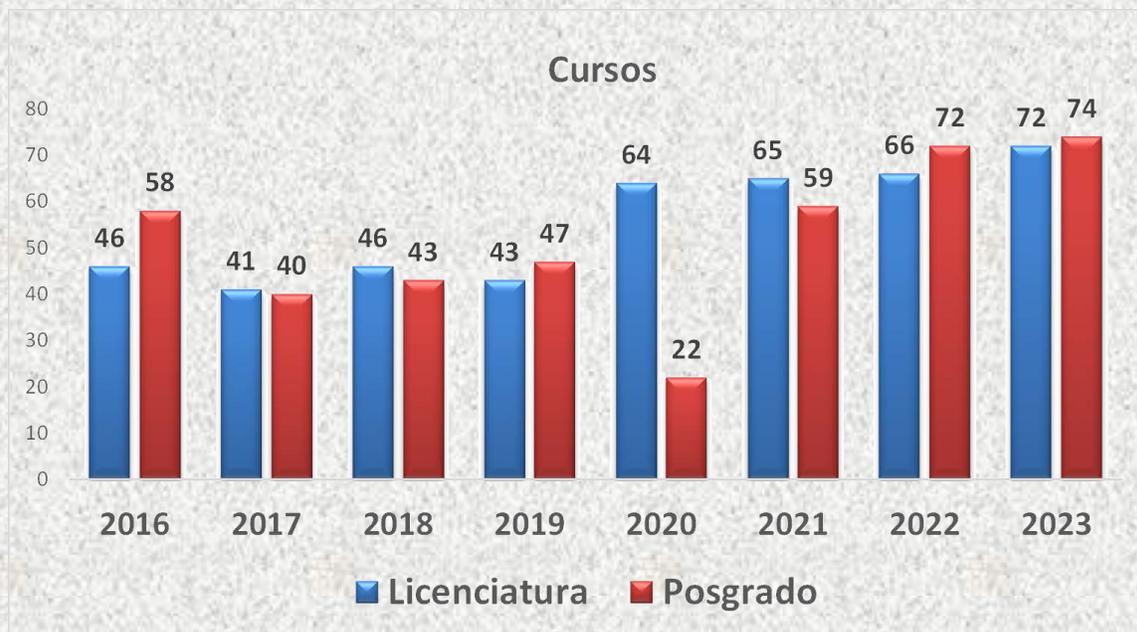
Un aspecto complementario e igualmente importante a la generación de conocimiento original publicado en revistas especializadas de circulación internacional es el proceso de patentamiento de desarrollos tecnológicos y productivos sobre materiales funcionales, procesos de transformación de materiales competitivos o procedimientos innovadores surgidos del proceso de investigación. En la Figura siguiente se muestra el número de patentes solicitadas y otorgadas por año desde 2016, las cuales suman un total de 68 patentes. En general, el promedio de número de patentes registradas/otorgadas por el IIM supera cinco patentes por año, con un máximo notable de 12 patentes en 2023. Destacan de manera especial las 39 patentes otorgadas en los últimos 8 años. Este número tan significativo de patentes registradas representa el 58.1% del histórico de patentes gestionadas en el IIM. En particular, durante el periodo 2000-2022, el IIM gestionó 110 patentes, lo que nos coloca en el primer lugar de patentes entre los Instituto del área físico-matemáticas del SIC (*“La Ciencia en la UNAM 2023”*. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM 2023).



En relación con los Ejes Estratégicos que estructuran el **Plan de Desarrollo IIM 2020-2024**, los indicadores pertinentes al **Eje E1 “Investigación y Desarrollo”** que se han descrito en las secciones anteriores, indican con claridad que nuestra comunidad académica cumplió cabalmente con el objetivo de consolidar la productividad académica primaria de calidad (artículos, publicaciones, patentes) en temas actuales de Ciencia e Ingeniería de Materiales que generen conocimiento científico y tecnológico pertinente para su aprovechamiento en los sectores académico, productivo y social.

## Eje Estratégico E2: Formación y docencia

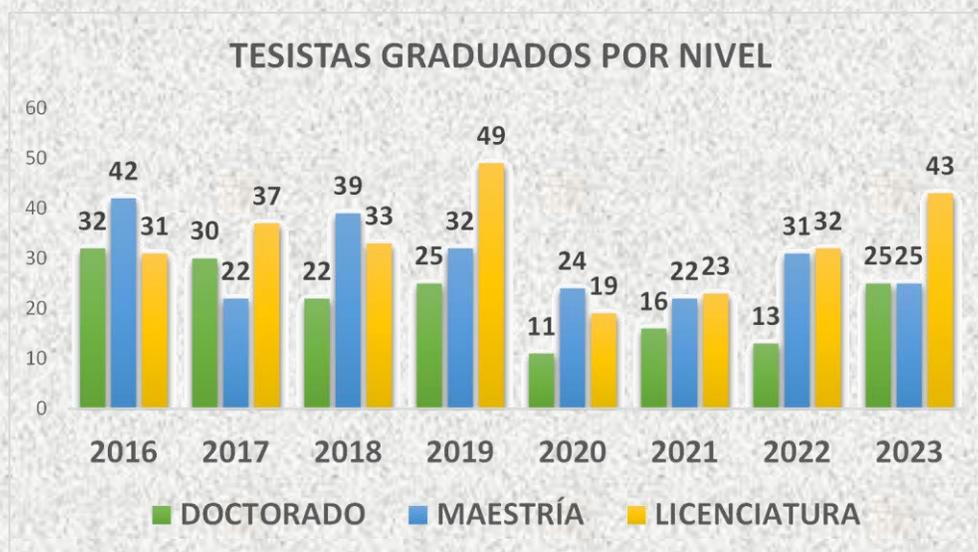
La formación de recursos humanos es una de las labores sustantivas del personal académico de la UNAM. Esta actividad fundamental se lleva a cabo en nuestro Instituto de manera comprometida, dedicada y eficaz, tanto en actividades de docencia frente a grupo, como en la tutoría de estudiantes de nivel Licenciatura, Maestría y Doctorado para el desarrollo de sus tesis de investigación y la obtención de sus grados. En la Figura siguiente se muestra el número total de cursos impartidos por el personal académico del IIM durante el periodo 2016 – 2024, el cual ha mantenido una tendencia creciente, con excepción del año 2020 por las restricciones impuestas por la pandemia de Covid-19. Cabe destacar los 858 cursos impartidos en dicho periodo y en particular, los mas de 135 cursos impartidos en los dos últimos años, con tendencias similares para cursos de Posgrado y Licenciatura, lo que refleja el compromiso de nuestro personal académico con esta labor sustantiva de importancia central en el quehacer universitario, lo que a su vez impacta provechosamente la formación de nuevos investigadores en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales



En cuanto al número de tesis dirigidas, en la siguiente gráfica se puede observar que durante el periodo 2016-2024, el personal académico del IIM logró graduar a un total 678 estudiantes de los tres niveles (Lic/Maes/Doc), lo que representa una tasa de graduación

de entre 60 y 90 tesis al año (salvo 2020 -año de pandemia- con menos de 50 graduados) en todos los niveles (licenciatura, maestría y doctorado) contando 411 tesis de posgrado (237 de nivel Maestría) y, destacadamente, 174 tesis de doctorado. Ya en el 2023 se observa la recuperación de los niveles de tesis graduados que se tenía antes de la pandemia (con 85 graduados en total y 23 tesis de doctorado).

En general, el número de tesis graduados presenta fluctuaciones a lo largo del periodo considerado sin una tendencia definida aparente, aunque es claro que el nivel de Maestría es el más productivo en cuanto a la cantidad de estudiantes de dicho nivel que se gradúan anualmente, los cuales fluctúan consistentemente entre 24 y 42 tesis graduados por año. La tendencia decreciente de las tesis de doctorado hasta el 2020 tuvo una recuperación limitada entre 2021 y 2022, mostrando en 2023 un claro aumento al duplicar prácticamente el número de tesis de este nivel respecto a 2022. Por su parte, en el nivel licenciatura, también hubo una clara tendencia decreciente entre 2016 y 2020, acentuada durante el periodo de pandemia, con una mejoría limitada en 2021 y 2022 y un mejoramiento altamente significativo en el 2023.



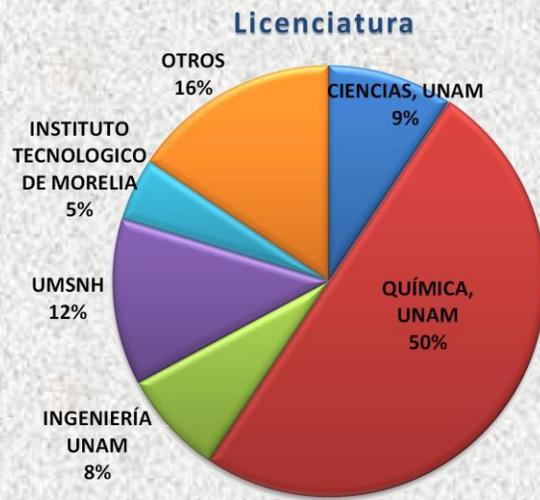
Históricamente, en el periodo 2000-2022, el IIM graduó a un total de 1,583 tesis de todos los niveles, con 334 tesis de doctorado (52% de ellos en esta gestión), lo que nos coloca en primer lugar entre los Instituto del área físico-matemáticas del SIC (*“La Ciencia en la UNAM 2023”*. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM 2023). Este primer lugar

se ratificó en el 2023 con 85 tesis graduados (“Agenda Estadística UNAM 2023. Dirección General de Planeación, UNAM, 2023). Esta intensa y exitosa labor de formación de recursos humanos representa una contribución sumamente significativa de personal altamente calificado en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, cuya inserción en el sector productivo y académico de nuestro país representa una contribución invaluable a su desarrollo social, así como a la movilidad económica-social de nuestra población joven.

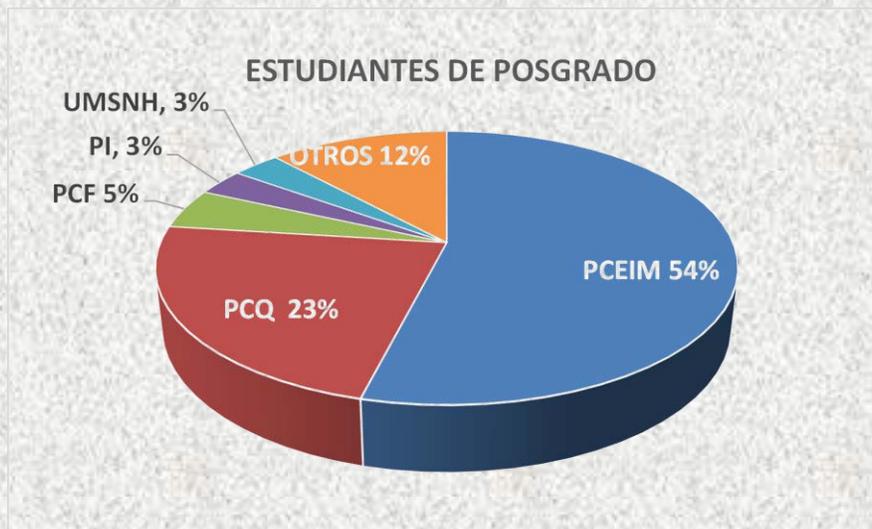
Los estudiantes asociados al IIM que participan como tesis en nuestros laboratorios realizando proyectos de investigación, provienen de diferentes entidades dentro y fuera de la UNAM, por ejemplo, de las Facultades de Química, Ingeniería y Ciencias en diferentes porcentajes, lo que representa el 74% del total, como se puede apreciar en la figura alusiva correspondiente. Sin embargo, un porcentaje apreciable (28%) proviene de dependencias externas, lo que refleja un buen nivel de conocimiento del IIM y sus labores de investigación.



Para estudiantes que realizan proyectos para la obtención de sus grados de Licenciatura, la Figura siguiente muestra claramente que la mayoría de ellos (67%) provienen de las Facultades de Química, Ciencias e Ingeniería, mientras que el 33% son estudiantes de otras dependencias.



Por su parte, en el nivel Posgrado (Maestría y Doctorado), La Figura alusiva indica que la mayoría de nuestros tesistas están registrados en el Posgrado de Ciencia e Ingeniería de Materiales (54%), seguido del Posgrado en Ciencias Químicas (23%), del Posgrado en Ciencias Físicas (5%) y del Posgrado en Ingeniería (3%), lo que refleja la afinidad de dichos Programas con nuestras áreas de investigación.



En el 2023 contamos con un registro de 328 estudiantes asociados al IIM, muy similar al periodo anterior. La Figura siguiente ilustra el desglose por niveles del número actual de estudiantes vigentes en el IIM realizando actividades de investigación. Destaca el indicador

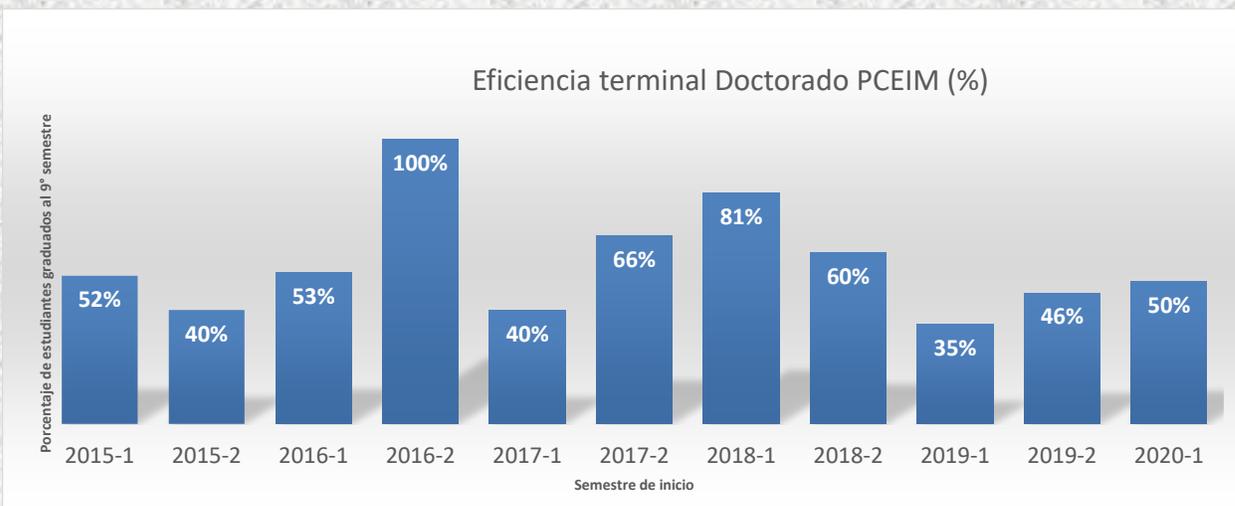
de personal realizando estancias de posdoctorado, el cual alcanzó un máximo histórico de 37, lo que refleja el interés que mantiene nuestro Instituto como centro de investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales de excelencia.



El IIM participa de manera muy cercana con el Programa de Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales, por lo que nuestro personal académico está muy comprometido con los indicadores de desempeño de dicho Programa, en particular, con el indicador de “Eficiencia terminal”. En este contexto, la Figura siguiente muestra la eficiencia terminal como porcentaje de estudiantes que obtienen su grado en el plazo contemplado dentro de las Normas Operativas de dicho Programa. Este indicador señala que desde el semestre 2015-2 se han logrado tasas de graduación de entre el 60 y el 95%, y desde el año 2020 se han logrado porcentajes de graduación de más del 70% e incluso muy cercanos al 90%, lo cual refleja la pertinencia de los esfuerzos que se hacen desde la Coordinación del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (PCEIM) para el seguimiento del desarrollo académico de los estudiantes.



Por su parte, la eficiencia terminal de Doctorado, la cual se ilustra en la Figura siguiente, muestra fluctuaciones muy marcadas con pisos de 35 – 40 % hasta porcentajes por encima del 80%, incluyendo un solitario perfecto del 100% para la generación que inició en el semestre 2016-2. Si bien este indicador muestra datos alentadores en los últimos 7 años, aun se tiene un área de oportunidad muy importante por atender mediante el trabajo concertado entre estudiantes, tutores y autoridades, todos ellos comprometidos en el cumplimiento de políticas de seguimiento, fomento y reconocimiento a la titulación en tiempo y forma en este nivel de formación académica.



A nivel Licenciatura, es digno de mención que la carrera en Química e Ingeniería de Materiales (en la cual el IIM es entidad participante junto con la Facultad de Química de la UNAM), lleva ya 4 años impartándose con casi 80 alumnos inscritos y la primera generación próxima a egresar en un semestre más. La participación de académicos del IIM en esta Licenciatura es más significativa cada semestre y, como logro destacado, cabe señalar la gestión exitosa de un edificio nuevo para albergar a los estudiantes de este plan de estudios.

Este edificio consta de 5 pisos y 14 salones nuevos, así como sala de cómputo y salón de usos múltiples. Está ubicado junto al Edificio “Mario Molina” de la Facultad de Química. La intensa y exitosa labor de formación de recursos humanos que lleva a cabo el personal académico del IIM representa una contribución sumamente significativa de personal altamente calificado en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, cuya inserción en el sector productivo y académico de nuestro país representa una contribución invaluable a su desarrollo social, así como a la movilidad económica-social de nuestra población joven.

En el IIM la atención y seguimiento a estudiantes se realiza a través de la Secretaría Técnica de Formación de Recursos Humanos (STFRH), la cual elabora un registro detallado de estudiantes asociados (a través de un programa de credencialización interno), quienes llevan a cabo actividades académicas relacionadas con la Ciencia e Ingeniería de Materiales, así como la estadística actualizada respecto a los tesis que logran obtener sus grados académicos (Licenciatura, Maestría, Doctorado).

En este contexto, durante el último año del periodo 2016-2024, dicha Secretaría emitió 378 credenciales durante el periodo de evaluación. Estas credenciales permiten el acceso controlado a los siguientes espacios: Biblioteca, Laboratorio de Rayos X, Laboratorio de Cómputo, Área de bicicletas, Edificio L, Acceso al IIM, Basamento I y II. Se dio servicio a 302 estudiantes y profesores visitantes, incluyendo: posdoctorantes, estudiantes de doctorado, estudiantes de maestría, estudiantes de licenciatura, estancias de investigación y servicios sociales.

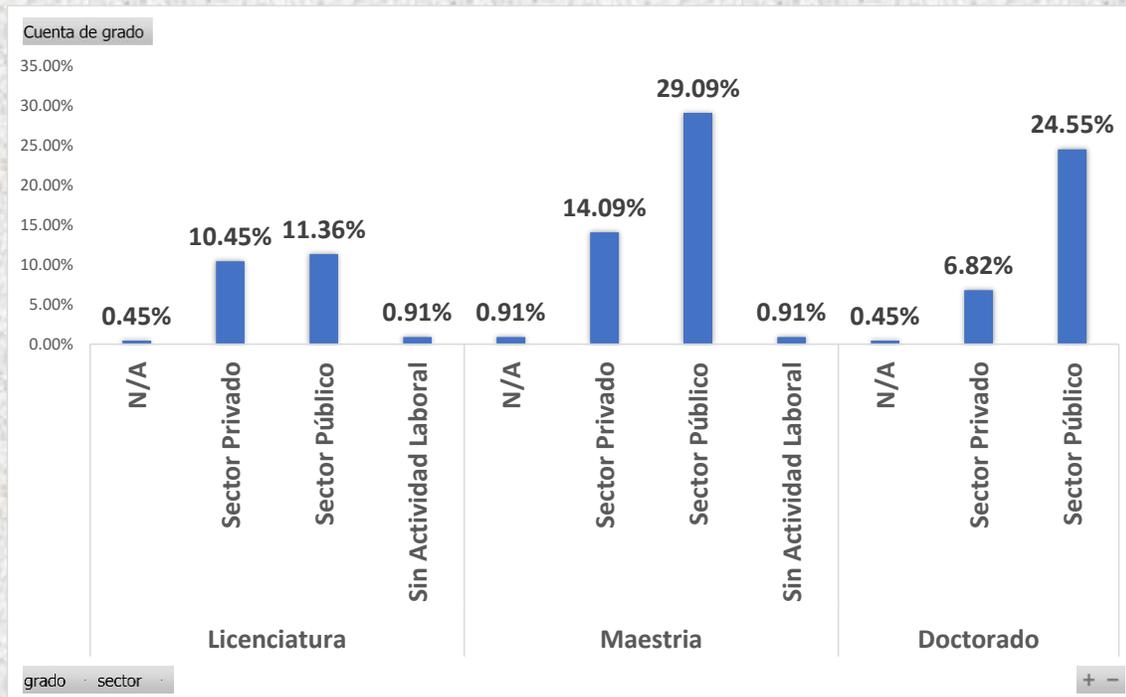
La Secretaría Técnica de Formación de Recursos Humanos coordina también las actividades del Subcomité de Superación Académica del IIM. Este Subcomité está conformado por un

representante de cada departamento, el Secretario Académico, el Secretario Técnico de Formación de Recursos Humanos y el Director. El Secretario Técnico de Formación de Recursos Humanos es el vínculo con los programas de la DGAPA-PASPA y Becas Postdoctorales, por lo que se es el responsable de vigilar que los acuerdos y procedimientos se lleven a cabo en apego a la normatividad vigente aplicable. En estas funciones, el Subcomité llevó a cabo un total de 319 trámites durante el periodo 2016-2024.

*Certamen de la mejor tesis doctoral en Ciencia e Ingeniería de Materiales.* Este certamen lleva 29 años de celebrarse a nivel nacional, por lo que se ha consolidado como referente en el reconocimiento al trabajo de investigación de excelencia en Ciencia e Ingeniería de Materiales de nuestro país. La STFRH emite la convocatoria a través de la Gaceta UNAM y hace su difusión mediante carteles en papel y electrónicos. La Secretaría recibe la documentación de los candidatos, de acuerdo con los lineamientos de la convocatoria, y selecciona un jurado afín a la Ciencia e Ingeniería de Materiales y da seguimiento a lo largo de la evaluación y el intercambio de opiniones entre los revisores. Al final se recaban las firmas del jurado y publica los resultados en la Gaceta, además de organizar la ceremonia de premiación. El premio correspondiente a la edición 2023, fue para la Dra. Karen Valencia García, con la tesis titulada “Preparación de la heterounión CdS/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> *in situ* y evaluación de sus propiedades fotocatalíticas en el visible”, la cual estuvo dirigida por la Dra. Sandra E. Rodil Posada, del Departamento de Materiales de Baja Dimensionalidad del IIM.

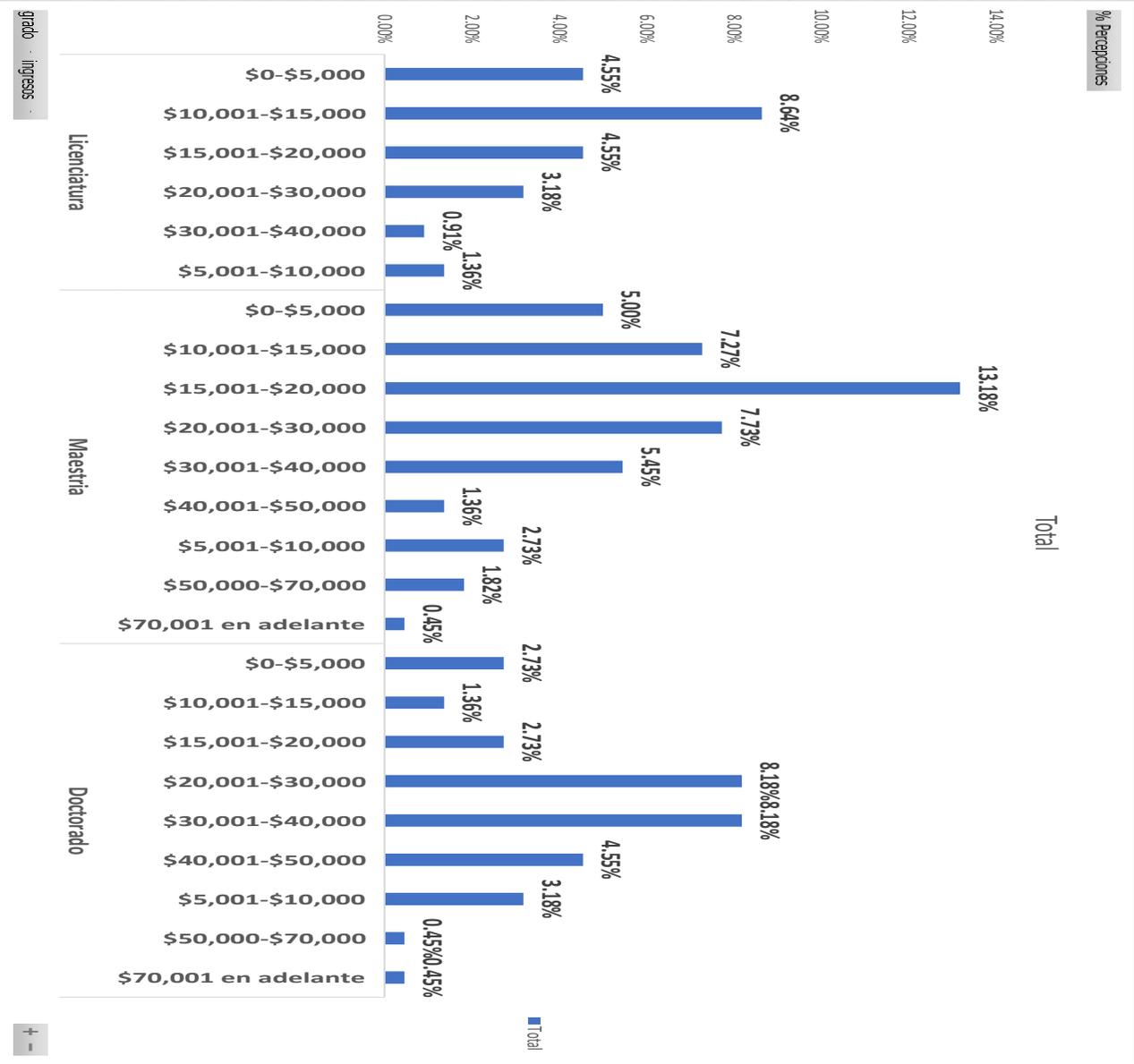
*Seguimiento a estudiantes graduados.* Desde hace más de seis años se lleva a cabo un registro de actividades de estudiantes graduados de nivel Licenciatura, Maestría y Doctorado que hayan tenido como tutor principal a un académico del IIM, con el fin de monitorear el impacto de nuestros egresados en el sector académico y productivo de nuestro país. La consulta que se pide completar esta disponible en la liga <http://www.iim.unam.mx/exalumnos/>. En el seguimiento a egresados es posible recabar información sobre las actividades que llevan a cabo en el sector productivo una vez que su ciclo de formación ha terminado. Un primer aspecto interesante en el seguimiento a nuestros graduados es el tipo de sector productivo en el que logran colocarse después de graduarse.

En el siguiente gráfico puede observarse que en los tres niveles (Lic/Maes/Doc), la mayoría de nuestros egresados (65%) se ubican en el sector público (Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación). Sin embargo, un porcentaje muy apreciable de ellos (31%) se ubica en el sector privado (empresas o centros de investigación privados). Este indicador de porcentaje de empleos en el sector privado es particularmente llamativo en el caso de los Posgraduados, ya que dicho dato promedia 21% de posgraduados laborando en el sector privado, lo que es indicativo de la capacidad que tienen nuestros egresados para encontrar oportunidades laborales en su área de conocimiento en dicho sector, confirmando así la idoneidad de la preparación que reciben para desempeñarse en empresas y entidades del sector productivo en general.

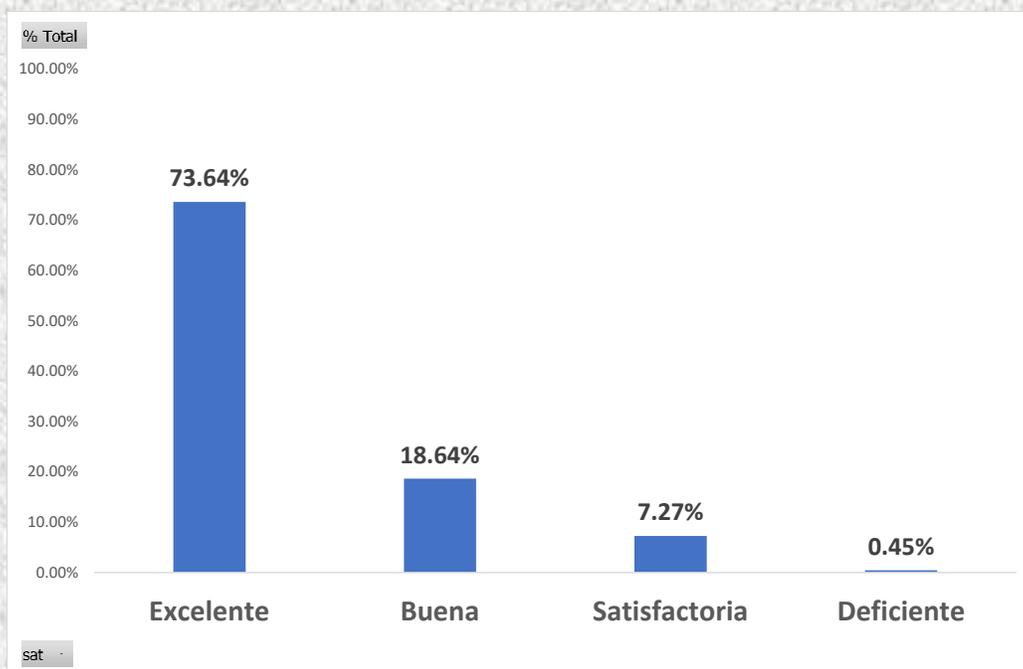


Otro dato interesante en el seguimiento a egresados es el nivel salarial que tienen en los lugares donde se desempeñan profesionalmente. En este sentido, en la Figura siguiente se muestran intervalos de salarios como clases de un histograma de distribución para los tres niveles de tesis que llevan a cabo sus proyectos de investigación en nuestros laboratorios. Se puede observar la correlación nivel de estudios-nivel salarial, para la cual

los egresados de doctorado tienen mejores oportunidades de ingreso en comparación con los graduados de nivel Licenciatura. Como puede verse en la gráfica, los graduados de doctorado tienen una distribución salarial centrada entre 20,000 y 30,000 pesos, mientras que los de nivel Maestría están centrados entre 15,000 y 20,000 pesos. Por su parte, para los graduados de nivel licenciatura, sus ingresos están centrados entre 10,000 y 15,000 pesos.



De forma complementaria, se pide a los egresados que opinen sobre su grado de satisfacción respecto a la formación que recibieron durante su ciclo de estudios como estudiantes asociados al IIM. En la gráfica siguiente se muestra el porcentaje de satisfacción de los exalumnos durante su estadía en el IIM-UNAM, en el cual destaca que el 94% de los encuestados considera su formación como “excelente” o “buena”, mientras que la calificación “satisfactoria” alcanzó 7.2%. Por su parte, la opción “deficiente” apenas llegó a un 0.45%. Estos indicadores son congruentes con el enorme compromiso y dedicación de nuestro personal académico con la formación de recursos humanos especializados en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

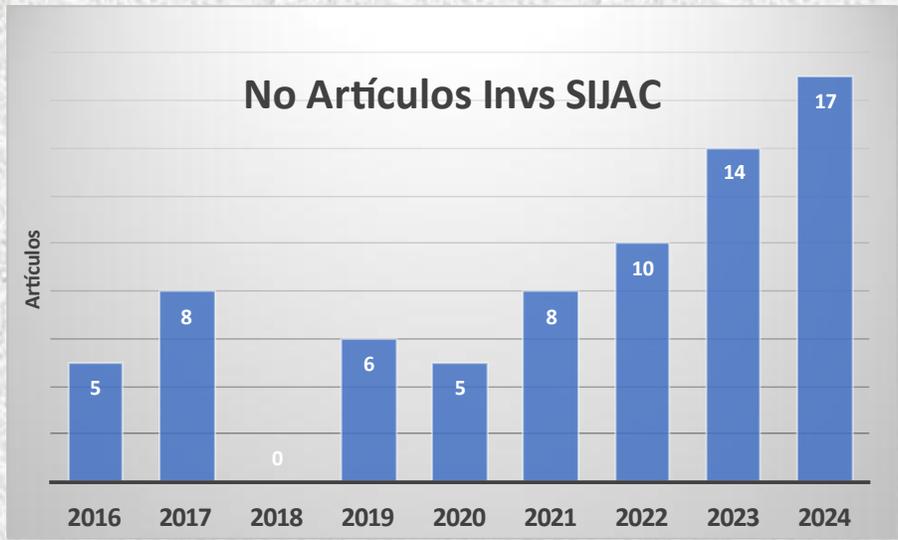


### **Investigadores “SIJA”**

En el marco del “Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos” (SIJA) que impulsa la Dirección General del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM para la renovación progresiva de la planta académica de nuestra Universidad mediante la contratación de investigadores y técnicos menores de 40 años, en el IIM hemos tenido un número variable de dichas plazas, como se puede verificar en la Figura siguiente, en la que se puede verificar que en los últimos tres años se han incorporado un número creciente de jóvenes investigadores, los cuales, como se ilustrará más adelante, conforman un grupo muy productivo de académicos. Estas plazas SIJA van de la mano del “Programa de Retiro Voluntario” (REVOL) de la misma DGAPA, y su asignación en nuestra dependencia ha resultado de gran beneficio para el desarrollo de nuestras labores sustantivas.



En la gráfica siguiente se muestra el número de artículos publicados por año de todos los investigadores SIJA con los que cuenta el IIM. En los últimos tres años se observa una tendencia creciente, con un máximo preliminar de 17 artículos en lo que va de 2024. En los últimos dos años, el indicador de arts/inv/año es de 3.5, equivalente al indicador para la productividad global de todo nuestro claustro de investigadores. Este indicador refleja la capacidad y compromiso que han mantenido nuestros jóvenes investigadores con nuestras labores sustantivas.



El impacto de la investigación que llevan a cabo nuestros investigadores SIJA se puede visualizar en primera instancia, en el número de citas su obra publicada recibe cada año. En la Figura siguiente se puede observar una tendencia creciente para dicho número de citas, con un máximo de 380 en 2021 y superiores a 300 en los últimos tres años. Estos indicadores reflejan de forma significativa la importancia de la contribución de los investigadores SIJA en cuanto la cantidad y la calidad de su productividad científica primaria.



De acuerdo con el **Eje Estratégico E2 “Formación y Docencia”** del **Plan de Desarrollo IIM 2016-2024**, es meritorio mencionar que en este periodo se lograron los objetivos de fomentar la formación de recursos humanos en Ciencia e Ingeniería de Materiales en tiempo y forma, así como aumentar la eficiencia terminal de tesis en todos los niveles, especialmente los de nivel doctorado. Estos logros revisten de particular relevancia tomando en cuenta que la formación de recursos humanos de alto nivel es una de las labores sustantivas más importantes que llevamos a cabo como personal académico de la UNAM.

## **Comparativa en el Subsistema de la Investigación Científica**

Dentro del Subsistema de la Investigación Científica, el IIM aparece de manera consistente entre los primeros 5 lugares de productividad en el área de Ciencias Físico-Matemáticas, como puede verse en la Tabla siguiente (Libro “La Ciencia en la UNAM 2023”, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, 2023, p.29), en la que, para el periodo 2000-2022, el IIM ocupa el **tercer lugar** en artículos publicados indizados (3762), el **primer lugar** en patentes nacionales (110), el **primer lugar** en tesis graduados de nivel Doctorado y Maestría (334 y 581, respectivamente), así como **segundo lugar** en tesis nivel Licenciatura (668); el **cuarto lugar** en 2022 en Artículos publicados/investigador/año (3.1) y el **tercer lugar** en 2022 en Graduados/investigador/año (1.2) El IIM es el único Instituto del área de Ciencias Físico-Matemáticas que lidera en 7 de indicadores de productividad. En el documento “Agenda Estadística UNAM 2024” (Dirección General de Planeación, UNAM, 2024), se ratifican estos indicadores y el liderazgo en productividad del IIM en el área respectiva.

Tabla de Productividad, SIC. (Libro "La Ciencia en la UNAM 2023", Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, 202, p.29).

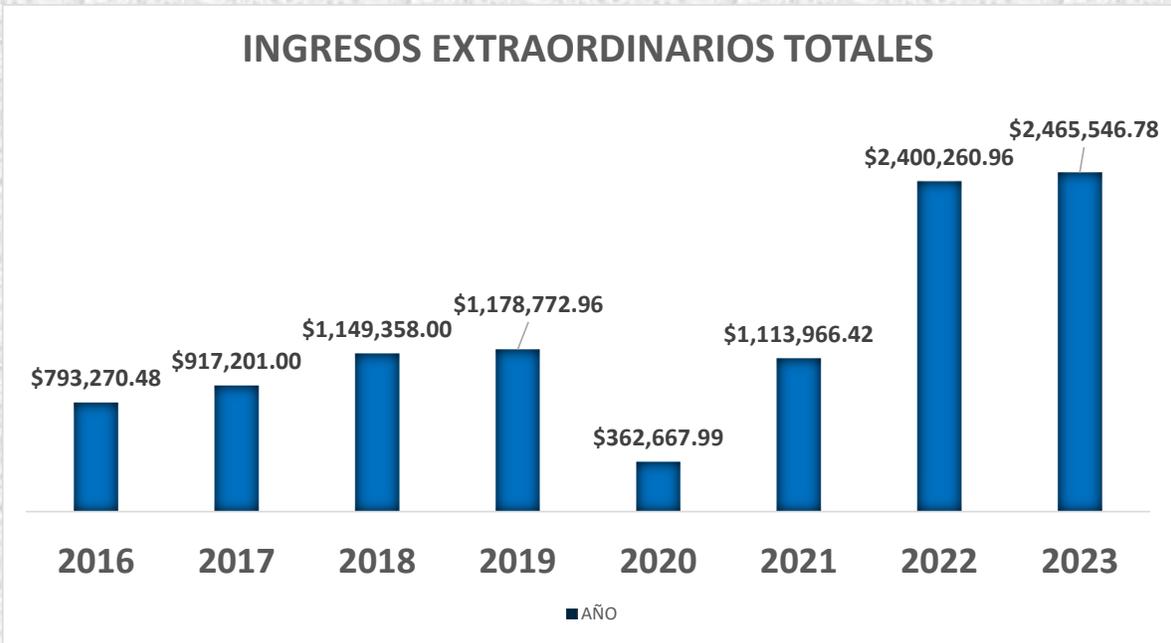
SUBSISTEMA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA																			
Área de conocimiento	Entidad académica	Investigadores 2022					Producción 2000 - 2022					Productividad							
		Número	Edad promedio (años)	Antigüedad promedio (años)	Porcentaje en el SNI	Porcentaje de mujeres	Artículos		Patentes		Graduados		2000	2022					
							Indicados	No indicados	Nacionales	Internacionales	Licenciatura	Maestría			Doctorado	Artículos indizados / Investigador / Año	2000	2022	
Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud	Área	623	57	24	96%	39%	27,368	2,066	224	128	191	59	5,978	4,646	2,870	1.5	3.1	0.7	1.0
	IB	74	56	23	93%	32%	4,359	642	0	0	0	0	865	667	275	1.2	4.3	0.8	1.2
	IBI	101	58	26	95%	42%	3,351	149	73	46	124	34	657	712	383	1.0	1.9	0.6	0.4
	ICMYL	65	57	24	83%	31%	2,497	167	3	0	0	0	510	551	144	0.7	3.1	1.0	0.9
	IE	46	57	24	95%	52%	2,673	259	1	0	1	0	532	358	239	2.0	3.8	0.5	1.0
	IFC	61	59	28	100%	41%	2,508	138	47	26	39	7	503	327	404	1.7	2.0	0.9	1.2
	IB	90	59	26	96%	53%	3,952	552	38	24	22	17	860	544	497	1.3	3.1	0.7	0.9
	IES	31	57	22	100%	29%	1,963	47	0	3	0	0	386	353	188	2.4 <sup>1</sup>	5.2	0.0 <sup>2</sup>	1.4
	IND	55	53	20	98%	38%	1,713	77	8	4	2	1	323	442	260	0.8	2.4	0.5	1.2
	IQ	70	53	23	97%	29%	3,229	15	54	18	0	0	1,068	651	352	1.9	2.7	1.2	1.8
COG	30	53	21	100%	27%	1,123	20	0	7	3	0	174	41	128	1.0	2.9	0.3	1.1	
Ciencias Físico-Matemáticas	Área	741	56	24	94%	20%	32,836	1,576	236	124	34	33	4,962	4,073	2,207	1.8	2.5	0.4	0.8
	IA	76	58	25	96%	24%	3,434	0	4	2	8	6	264	279	137	1.5	2.7	0.2	0.6
	ICAT	47	52	19	98%	26%	1,711	281	42	20	10	6	623	496	155	1.4	2.5	1.2	1.5
	ICF	38	59	27	97%	11%	1,894	192	17	4	2	2	248	138	126	1.6	2.1	0.3	0.3
	ICN	69	58	25	99%	15%	4,340	356	1	1	2	2	476	331	208	2.1	3.1	0.3	1.0
	IER	49	56	23	92%	25%	1,942	78	67	30	7	4	388	371	227	2.1	2.7	0.6	0.7
	IF	111	58	28	97%	17%	5,398	115	4	3	1	0	799	525	304	1.8	2.5	0.5	0.7
	IMAS	76	52	20	87%	20%	1,728	182	2	2	1	1	419	382	165	0.7	1.6	0.4	1.0
	IM	61	57	25	95%	25%	3,762	0	66	44	1	0	668	581	324	2.0	3.1	0.8	1.2
	IM	95	55	24	83%	23%	3,205	138	0	0	0	0	372	416	226	1.5	1.9	0.3	0.5
	IRVA	25	52	17	95%	24%	1,330	21	0	0	0	0	53	86	48	1.7 <sup>2</sup>	4.4	0.5 <sup>1</sup>	0.3
	CCM	26	52	20	100%	8%	640	2	7	3	0	0	9	66	38	1.9 <sup>4</sup>	1.5	0.2 <sup>1</sup>	0.4
	CFATA	22	53	18	100%	23%	1,325	147	8	6	0	0	248	155	111	2.5 <sup>1</sup>	4.2	0.8 <sup>1</sup>	1.6
CONYN	46	58	24	96%	17%	2,027	64	18	9	2	12	195	247	128	1.9	3.3	0.5	0.9	
Ciencias de la Tierra e Ingenierías	Área	402	57	23	91%	30%	12,646	2,040	117	66	11	8	4,042	3,644	1,318	1.2	2.6	0.8	1.2
	ICAYOC	48	55	20	96%	42%	1,210	109	4	9	0	0	384	290	109	0.5	2.3	0.7	0.8
	IGI	73	58	26	96%	32%	2,750	88	0	0	0	0	495	390	217	0.8	2.8	0.3	0.9
	ICGg	53	55	21	96%	34%	1,271	241	15	3	6	3	647	426	236	0.6	2.2	0.8	1.3
	IGI	62	54	21	95%	34%	2,646	245	0	0	0	0	554	392	143	1.3	3.1	0.5	1.1
	III	104	58	25	81%	21%	2,633	1,183	97	51	5	5	1,656	1,789	433	0.5	2.1	1.7	1.9
	ICGc	39	58	23	85%	21%	1,361	94	0	0	0	0	200	199	94	1.0 <sup>1</sup>	2.4	0.4 <sup>1</sup>	0.9
ICGA	23	52	13	100%	39%	775	80	1	3	0	0	106	158	86	1.6 <sup>1</sup>	3.0	0.9 <sup>1</sup>	0.9	
UIPED	19	48	15	84%	47%	158	3	1	3	0	0	12	8	5	0.0	2.3	0.0	0.0	
SUBSISTEMA		1,785	56	23	94%	29%	73,008	5,685	578	321	236	100	14,894	12,371	6,400	1.5	2.4	0.6	1.0

## **Eje Estratégico E3: Vinculación y difusión**

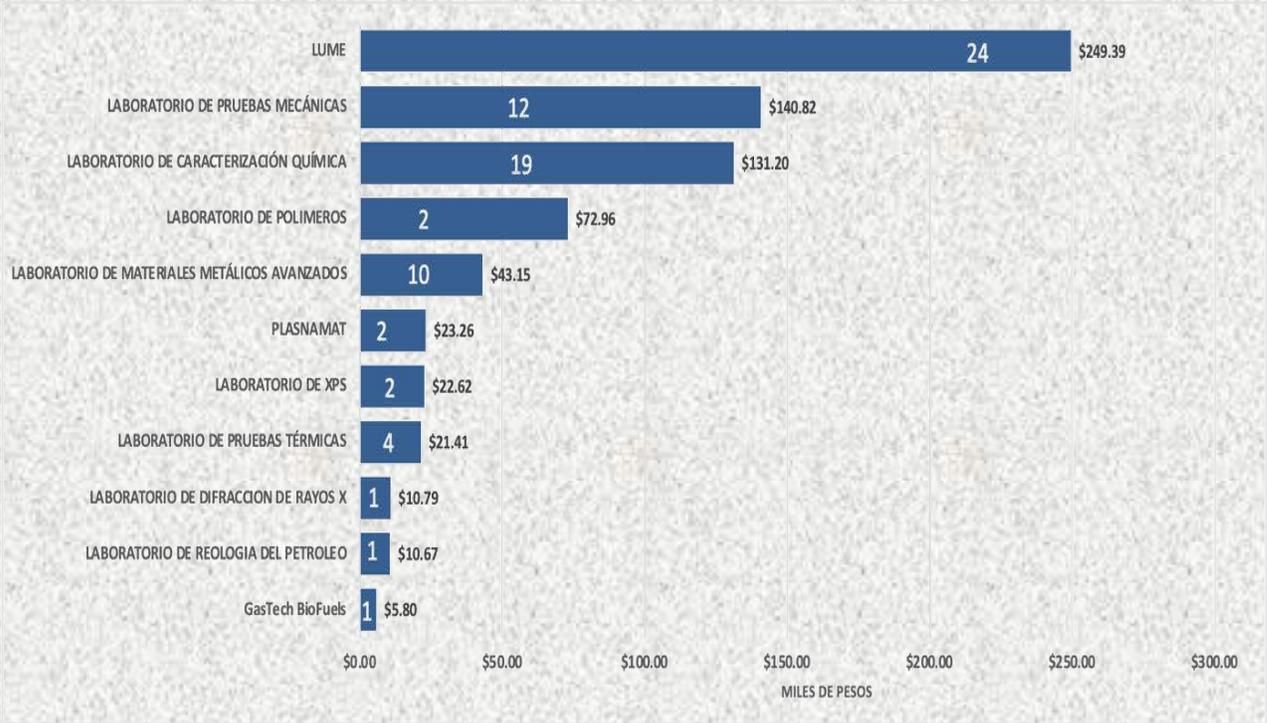
La contribución a la solución de problemas de interés nacional a través de la colaboración academia-industria es una tarea que adquiere cada vez mayor relevancia como resultado del impacto social que el conocimiento generado en los laboratorios universitarios puede llegar a tener en los procesos de innovación para mejorar la competitividad del sector productivo nacional. En este sentido, las actividades de vinculación del IIM han tenido los logros y avances que se describen a continuación.

### ***Servicios externos***

La prestación de servicios y asesorías especializadas a la industria es una actividad esencial en la promoción de una mejor vinculación entre el IIM y empresas y entidades del sector público y privado. En este sentido, los montos de ingresos extraordinarios obtenidos por servicios analíticos especializados, y actividades de actualización y educación continua (diplomados, cursos, talleres), ascendieron en el periodo 2016 -2024 a un total de \$10,381,400.00 M.N. . Como se ilustra en la gráfica siguiente, el monto total de ingresos mostró un primer periodo de crecimiento entre 2016 y 2019, para luego disminuir drásticamente durante el año de pandemia. Afortunadamente, desde el 2021 la tendencia ha sido claramente creciente, lo que nos ha beneficiado en costos de mantenimiento a infraestructura y equipos de investigación.



Los servicios más solicitados en el periodo más reciente 2023-2024 para caracterización de materiales fueron: Microscopía electrónica, pruebas mecánicas y caracterización química, como se ilustra en la Figura siguiente



### ***Proyectos con impacto social***

En los últimos 8 años, en el IIM se ha hecho énfasis en la importancia de fomentar proyectos que logren alcanzar productos y desarrollos con impacto social y beneficio para los procesos productivos de empresas y sectores que buscan en la innovación y el desarrollo tecnológico, una vía para mejorar su productividad y su competitividad. En este periodo, destacaron los siguientes proyectos en esta ruta.

- Proyecto: **Diseño y desarrollo de materiales filtrantes de alta eficiencia para la creación de mascarillas y otros equipos de protección con capacidad de inactivar virus y bacterias.** Convocatoria de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (2020). **Responsable: Dra. Sandra Elizabeth Rodil Posada.** En este proyecto se desarrolló un material filtrante basado en un recubrimiento de nanopartículas de cobre y plata con la capacidad de inactivar virus y bacterias, incluido el virus SARS-CoV-2. Este recubrimiento se incluyó como capa intermedia en cubrebocas. Estos cubrebocas funcionales fueron registrados bajo la Marca Sakcu<sup>®</sup>, mismos que ya se están comercializando en tiendas UNAM. El impacto de este proyecto en la sociedad es significativo en varios aspectos. En primer lugar, contribuye a mejorar la seguridad y salud de las personas al ofrecer una protección más efectiva contra enfermedades transmitidas por el aire, como el COVID-19 y otras infecciones respiratorias. Esto fue mucho muy relevante en el contexto de pandemia, donde la prevención de la propagación de virus fue fundamental. Además, al desarrollar estos materiales filtrantes de alta eficiencia, el proyecto también impulsó la innovación en el campo de la protección personal y la tecnología de materiales, e incluso, con aplicaciones adicionales en la industria, promoviendo el desarrollo de nuevos productos y soluciones para la protección contra enfermedades infecciosas.
  
- Proyecto **“Cosecha de agua a partir del aire”.** Convocatoria **CLIMATE LAUNCHPAD (2021)**, Responsable: **Dr. Jorge Balmaseda Era.** La Convocatoria mencionada esta asociada al concurso de emprendimiento y negocios verdes más grande del mundo,

presente en 56 países con la misión de enfrentar el cambio climático y ayudando a emprendedores de todo el mundo a construir negocios exitosos con un gran impacto. En el 2021 fue la primera edición del *Climate Launch-Pad* en México. El proyecto se enfocó en desarrollar una solución innovadora para abordar la escasez de agua, un desafío crucial exacerbado por el cambio climático. Al utilizar tecnología avanzada, este proyecto busca extraer agua del aire de manera eficiente y sostenible, ofreciendo una fuente alternativa de agua potable en regiones donde la disponibilidad de agua es limitada. El impacto de esta iniciativa en la sociedad es altamente significativo. En primer lugar, ofrece una solución práctica y accesible para comunidades que enfrentan problemas de acceso al agua potable, mejorando su calidad de vida y reduciendo su vulnerabilidad a la escasez hídrica. Además, al abordar la crisis mundial del agua desde una perspectiva innovadora y sostenible, el proyecto contribuye a la mitigación de los efectos del cambio climático y a la construcción de una sociedad más resiliente. Al participar en el *Climate LaunchPad*, el proyecto no solo recibió apoyo y orientación para su desarrollo, sino que también se convirtió en parte de una red global de emprendedores comprometidos con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático. Esto puede abrir puertas a oportunidades de colaboración, financiamiento y escalabilidad, amplificando aún más su impacto en la sociedad. Al ser reconocido como uno de los ganadores de la final nacional, el proyecto "Cosecha de agua a partir del aire" demostró su viabilidad y potencial para generar un impacto positivo tanto a nivel local como global.

- Proyecto ***Air2Water. Programa Leaders in Innovation Fellowships (LIF)***, de la Academia Real de Ingeniería (Royal Academy of Engineering) de la Gran Bretaña (2022). El programa LIF reconoce a los líderes emergentes en ingeniería cuyas innovaciones tienen el potencial de contribuir al desarrollo económico y social de sus respectivos países a través de la comercialización, y que impacten alguna de las 17 prioridades de desarrollo sustentable de la ONU. En el 2022, 70 emprendedores de distintos países participaron en el programa que incluyó asesorías y mentorías,

acceso a una red internacional de pares, acceso a recursos, webinaros y contactos. Air2Water se enfoca en desarrollar una solución innovadora para abordar la escasez de agua al extraer agua potable del aire de manera eficiente y sostenible. Al participar en el programa LIF, el proyecto recibió asesoramiento y mentoría especializados, así como acceso a una red internacional de pares, recursos y contactos clave en la industria. El impacto de la participación de Air2Water en el programa LIF fue significativo tanto a nivel local como global. En primer lugar, el proyecto está siendo considerado dentro de un portafolio de proyectos a nivel internacional para recibir el apoyo necesario para avanzar en su desarrollo y comercialización, lo que potencialmente permitirá ofrecer una solución escalable y accesible para comunidades que enfrentan problemas de acceso al agua potable. Además, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, Air2Water tiene el potencial de contribuir al cumplimiento de metas globales relacionadas con la seguridad hídrica y la sostenibilidad ambiental.

- Proyecto "**Desarrollo e implementación de alternativas energéticas sustentables en comunidades rurales de la Meseta Purépecha, Michoacán**". Convocatoria CONAHCYT PRONACES 319333 2022 – 2024. Responsable: **Dr. Alberto Beltrán Morales**. Este proyecto consistió en el diseño innovador de una estufa de biomasa de tipo plancha, usando herramientas de software del Laboratorio de Diseño, Modelado y Simulación (LDMS) de la Unidad Morelia del IIM. Este desarrollo fue sujeto de protección de propiedad intelectual mediante la figura de modelo de utilidad "Estufa de tipo Plancha y portátil de flujo cruzado, MX/u/2023/000133", así como el registro del software MapSolar. La estufa diseñada permite una mejor distribución de la temperatura del comal, reduciendo también el consumo de leña en comparación con otras estufas. En un taller con personas de la comunidad fue nombrada estufa K'eri ("grande" en lengua Purépecha), se han fabricado 10 estufas por parte de un taller en la comunidad de San Francisco Pichátaro en el estado de Michoacán de Ocampo, mismas que serán distribuidas en igual número de casas

para su uso en actividades de cocinado. Actualmente, están siendo fabricadas y se espera sean entregadas antes de finalizar el año. Mediante este proyecto se está contribuyendo al bienestar de las familias Purépechas, al tener un ahorro energético. Este desarrollo está alineado a los ODS, por lo que se ha propuesto como una posible solución dentro de la Red de Soluciones de Desarrollo Sostenible (SDSN), mediante la colaboración directa de la SV, con el apoyo de la SID de la CIC.

### ***Convenios de colaboración***

Durante el periodo 2016-2024 se gestionaron 73 convenios de colaboración con entidades académicas internas y externas a la UNAM, así como con empresas del sector productivo con el fin de fortalecer la vinculación academia-industria. Destacan por su relevancia en cuanto al nivel de cooperación que puede alcanzarse, los convenios con las siguientes empresas y dependencias gubernamentales de investigación.

- ***Instituto Nacional Electoral. Proyecto: Aplicación de pruebas bajo el estándar ISO/IEC 10373 y ANSI para evaluar y comprobar la calidad y durabilidad de los materiales con los que se produce la credencial para votar. 2019-2024. Recursos aprobados: \$2,563,232.92 M.N.*** Estos estándares establecen criterios específicos para verificar la resistencia y confiabilidad de los materiales, garantizando que la credencial para votar cumpla con los más altos estándares de calidad y seguridad. Al aplicar estas pruebas, el INE asegura que las credenciales para votar sean duraderas y resistentes al desgaste, lo que garantiza su validez y utilidad a lo largo del tiempo. Además, al cumplir con los estándares internacionales, el INE puede demostrar la integridad y fiabilidad de sus procesos de producción, fortaleciendo la confianza de la población en el sistema electoral. Las ventajas de los productos desarrollados a través de este proyecto incluyen: Durabilidad: Las credenciales para votar producidas bajo estos estándares son más resistentes y duraderas, lo que garantiza su uso a largo plazo sin deterioro significativo. Fiabilidad: Al cumplir con estándares internacionales reconocidos, las credenciales para votar son más

confiables en términos de seguridad y autenticidad. Cumplimiento normativo: Al seguir los estándares ISO/IEC 10373 y ANSI, el INE cumple con las regulaciones internacionales en cuanto a calidad y seguridad de materiales, lo que refuerza la legitimidad del proceso electoral. Confianza pública: La aplicación de pruebas rigurosas y estándares de calidad elevados aumenta la confianza de la población en el sistema electoral y en la validez de las credenciales para votar.

- **Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI). Proyecto: Diseño y desarrollo de materiales filtrantes de alta eficiencia para la creación de mascarillas y otros equipos de protección con capacidad para inactivar virus y bacterias. 2020. Recursos aprobados: \$800,000.00 M.N.** En este proyecto se desarrolló un material filtrante basado en un recubrimiento de nanopartículas de cobre y plata con la capacidad de inactivar virus y bacterias, incluido el virus SARS-CoV-2. Este recubrimiento se incluyó como capa intermedia en cubrebocas. Estos cubrebocas funcionales fueron registrados bajo la Marca Sakcu<sup>®</sup>, mismos que ya se están comercializando en tiendas UNAM.
- **Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI). Proyecto: Desarrollo de Materiales para la producción de tuberías, películas, perfiles y fibras basados en resinas termoplásticas y nanopartículas bajo flujos extensionales. 2021-2024. Recursos aprobados: \$4,000,000.00 M.N.** Esto implica el diseño y la fabricación de materiales compuestos que incorporan nanopartículas en matrices de resinas termoplásticas para mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y/o barrera de los productos finales. Las nanopartículas, al ser dispersadas homogéneamente en la matriz polimérica, pueden aumentar la resistencia, la rigidez, la tenacidad y la estabilidad dimensional de los productos, así como mejorar su resistencia a la temperatura y a la corrosión. Además, la aplicación de flujos extensionales durante el proceso de fabricación permite controlar la

orientación y la distribución de las nanopartículas dentro del material, lo que puede mejorar aún más sus propiedades mecánicas y estructurales. Las ventajas de los productos desarrollados a través de este proyecto incluyen: Mejora de propiedades: Los materiales compuestos resultantes exhiben mejoras significativas en resistencia, rigidez, tenacidad, estabilidad dimensional y resistencia a la temperatura y a la corrosión en comparación con los materiales convencionales. Versatilidad de aplicaciones: Los materiales desarrollados pueden ser utilizados en una amplia gama de aplicaciones, desde tuberías para sistemas de conducción de fluidos hasta películas para envasado y perfiles y fibras para la construcción y la industria textil. Eficiencia de producción: La incorporación de nanopartículas y el control de flujos extensionales durante el proceso de fabricación permiten optimizar la eficiencia y la calidad de la producción, reduciendo costos y desperdicios. Sostenibilidad: Al mejorar las propiedades y la durabilidad de los productos finales, los materiales desarrollados pueden contribuir a la reducción del consumo de recursos y la generación de residuos, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria.

- **Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI). Proyecto: Diseño y desarrollo de concreto nanocompuesto polimérico con óxido de grafeno y arcilla bentonita-lys para la industria de la construcción y vialidad. 2021-2024 Recursos aprobados: \$2,866,000.00 M.N.** Este concreto nanocompuesto tiene la capacidad de mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y de durabilidad del concreto convencional. El óxido de grafeno y la arcilla bentonita-lys se dispersan uniformemente en la matriz del concreto, lo que permite fortalecer las interacciones entre las partículas y mejorar la estructura del material. Esto conduce a una serie de ventajas en comparación con el concreto convencional: Mayor resistencia mecánica: La incorporación de óxido de grafeno y arcilla bentonita-lys aumenta la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto, lo que resulta en una estructura más robusta y duradera. Mejora de la durabilidad: Los nanomateriales mejoran la resistencia a la corrosión, la erosión y la

degradación química del concreto, prolongando su vida útil y reduciendo la necesidad de mantenimiento. Mejor rendimiento térmico: La adición de óxido de grafeno y arcilla bentonita-lys puede mejorar las propiedades térmicas del concreto, proporcionando una mayor resistencia al fuego y reduciendo los efectos de la expansión y contracción térmica. Reducción de peso: A pesar de su mayor resistencia, el concreto nanocompuesto puede ser más ligero que el concreto convencional, lo que facilita su manipulación y transporte en proyectos de construcción y vialidad. Potencial de sostenibilidad: La mejora de las propiedades mecánicas y de durabilidad puede contribuir a la reducción del consumo de recursos y la generación de residuos asociados con el mantenimiento y reemplazo frecuente de estructuras de concreto.

- **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Proyecto: Obtención de andamios de nanofibras por electrohilado a base de quitosano/fibra del gusano de seda (*Bombyx mori*) nativa, como nanotextiles, 2017.** El proceso de electrohilado consiste en la aplicación de un campo eléctrico a una solución polimérica, que al ser extruida, se solidifica formando nanofibras. Las ventajas de los productos desarrollados a través de este proyecto incluyen: Alta superficie específica: Las nanofibras tienen una alta relación área superficial-volumen, lo que las hace ideales para aplicaciones donde se requiere una gran área de superficie, como la ingeniería de tejidos, filtración o refuerzo de materiales compuestos. Biocompatibilidad: El quitosano y la fibra de seda son materiales biocompatibles, lo que significa que son seguros para su uso en aplicaciones médicas y biomédicas, como la ingeniería de tejidos para regeneración de órganos o en apósitos para curaciones. Flexibilidad y resistencia: Las nanofibras resultantes del electrohilado pueden tener propiedades mecánicas mejoradas en comparación con las fibras convencionales, lo que las hace útiles en aplicaciones donde se requiere flexibilidad y resistencia, como en el refuerzo de materiales compuestos o en la fabricación de dispositivos médicos. Versatilidad de aplicaciones: Los andamios de nanofibras

pueden tener una amplia gama de aplicaciones, desde la ingeniería de tejidos para regeneración de órganos hasta la filtración de aire y agua, pasando por la fabricación de dispositivos médicos y sensores. Sostenibilidad: El uso de quitosano, un polímero biodegradable derivado de la quitina presente en los exoesqueletos de crustáceos, y la fibra de seda, un material renovable y biodegradable, hace que los productos desarrollados sean más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

- **Instituto Mexicano del Petróleo - Instituto de Geología de la UNAM -Instituto de Ingeniería de la UNAM. Proyecto: *Litoteca Nacional de la Industria de los Hidrocarburos con sede en Pachuca de Soto, Hidalgo. 2021-2022. Recursos aprobados: \$1,750,000.M.N.*** Esta litoteca es una instalación especializada para el almacenamiento y estudio de muestras geológicas relacionadas con la exploración y producción de hidrocarburos en México. Las ventajas de este proyecto y los productos desarrollados incluyen: Centralización de recursos: La Litoteca Nacional ofrece un espacio centralizado para la preservación y estudio de muestras geológicas relacionadas con la industria de los hidrocarburos, lo que facilita el acceso a estas muestras para investigadores, académicos y empresas del sector. Investigación y desarrollo: La disponibilidad de muestras geológicas en la litoteca promueve la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el campo de la exploración y producción de hidrocarburos, lo que puede conducir a avances significativos en la comprensión de los yacimientos petrolíferos y el desarrollo de nuevas tecnologías. Apoyo a la industria: La Litoteca Nacional brinda apoyo técnico y científico a la industria de los hidrocarburos al proporcionar información geológica y geotécnica precisa y actualizada sobre los yacimientos petrolíferos, lo que puede mejorar la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones de exploración y producción. Preservación del patrimonio geológico: La litoteca contribuye a la preservación del patrimonio geológico de México al almacenar y conservar muestras representativas de los yacimientos petrolíferos del país, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras.

- **Banco de México. Proyecto: Análisis comparativo del acero recubierto de bronce como material para sustituir el bronce aluminio utilizado actualmente en la acuñación de monedas mexicanas. 2022. Recursos aprobados: \$1,503,650.00.M.N.** Este análisis se basa en una serie de pruebas y evaluaciones para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de ambos materiales en relación con su idoneidad para la producción de monedas. Las ventajas de este proyecto y los productos desarrollados son las siguientes: Eficiencia económica: El uso de acero recubierto de bronce podría resultar en una opción más económica en comparación con el bronce aluminio, lo que podría reducir los costos de producción de las monedas mexicanas. Mejora en la durabilidad: El análisis comparativo ayudaría a determinar si el acero recubierto de bronce ofrece una mayor resistencia y durabilidad que el bronce aluminio, lo que podría resultar en monedas más resistentes al desgaste y a la corrosión. Diversificación de materiales: La evaluación de nuevas opciones de materiales podría permitir al Banco de México diversificar sus recursos y reducir la dependencia de un solo material para la acuñación de monedas, lo que aumentaría la flexibilidad y la seguridad en la producción. Mejora en la calidad de las monedas: Si el acero recubierto de bronce demuestra ser superior en términos de calidad y resistencia, esto podría conducir a una mejora general en la calidad de las monedas mexicanas, lo que aumentaría su valor percibido y su aceptación en el mercado.
  
- **Banco de México. Proyecto: Análisis comparativo del acero recubierto de níquel como material para sustituir a la alpaca plateada utilizada actualmente en la acuñación de monedas. 2023. Recursos aprobados: \$586,423.50. M.N.** Este análisis implica evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de ambos materiales para determinar su idoneidad en la producción de monedas. Las ventajas de este proyecto y los productos desarrollados son las siguientes: Mejora en la durabilidad: El acero recubierto de níquel podría ofrecer una mayor resistencia a la corrosión y

al desgaste en comparación con la alpaca plateada, lo que podría resultar en monedas más duraderas y de mayor calidad. Reducción de costos: Si el acero recubierto de níquel resulta ser una opción más económica que la alpaca plateada, esto podría reducir los costos de producción de las monedas mexicanas, lo que sería beneficioso para el Banco de México y para el país en general. Consistencia en la calidad: El uso de un material más resistente y duradero podría mejorar la consistencia en la calidad de las monedas producidas, lo que aumentaría su valor percibido y su aceptación en el mercado. Sostenibilidad: El acero recubierto de níquel puede ser un material más sostenible en comparación con la alpaca plateada, ya que el níquel es un metal más común y más fácil de reciclar, lo que podría reducir el impacto ambiental asociado con la producción de monedas.

- **Instituto Electoral de la Ciudad de México. Proyecto: *Pruebas de prototipos y materiales electorales que se utilizarán en el Proceso Electoral Ordinario 2020-2021*.** Recursos aprobados: \$156,600.00 M.N. Estas pruebas implican la evaluación minuciosa de los prototipos y materiales para garantizar su adecuado funcionamiento y fiabilidad durante el proceso electoral. Las ventajas de este proyecto y los productos desarrollados son las siguientes: **Fiabilidad y seguridad:** Mediante las pruebas de prototipos y materiales electorales, se asegura que los productos utilizados durante el proceso electoral cumplan con los estándares de fiabilidad y seguridad necesarios para garantizar la integridad del proceso democrático. **Validación de diseño:** Las pruebas permiten validar el diseño de los materiales electorales, identificando posibles problemas o deficiencias que puedan surgir durante su uso en las elecciones y facilitando su corrección o mejora antes del inicio del proceso electoral. **Optimización de recursos:** Al evaluar y seleccionar los materiales más adecuados para su uso en el proceso electoral, se optimizan los recursos disponibles, asegurando la eficiencia y eficacia del proceso de votación. **Confianza pública:** La realización de pruebas rigurosas y transparentes contribuye a

generar confianza en el proceso electoral, tanto entre los ciudadanos como entre los actores políticos y las instituciones involucradas

### ***Gestión de patentes***

Durante el periodo 2016-2024 se gestionaron 68 patentes (incluyendo patentes otorgadas y solicitadas). Considerando el total de patentes acumuladas por el IIM en toda su historia (117), se tiene que en este periodo se obtuvieron 58.1% de todas las patentes gestionadas. Este porcentaje tan significativo refleja la calidad y pertinencia de la labor sustantiva de investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales que lleva a cabo nuestro personal académico. En el periodo 2000-2022, las 110 patentes gestionadas por el IIM nos coloca en el primer lugar de patentes entre los Instituto del área físico-matemáticas del SIC ("*La Ciencia en la UNAM 2023*". Coordinación de la Investigación Científica, UNAM 2023).

De las patentes otorgadas durante el periodo 2016-2024, las de mayor potencial de impacto tecnológico son las siguientes:

- **Nuevos materiales cerámicos para la absorción de gases de tipo ácido y su procedimiento de síntesis. Título 338495.** La presente invención se refiere a materiales cerámicos formados por cupratos de litio con exceso de litio, su proceso de obtención y sus usos. No existen antecedentes sobre estos materiales, con exceso de litio a diferencia de los materiales convencionales. Estos materiales tienen aplicaciones que se inscriben en el campo de la absorción de gases de carácter ácido. El alto contenido de litio en estos materiales hace que tengan mayores propiedades absorbentes para este tipo de gases.
  
- **Retardancia de flama en resinas poliéster con montmorillonita. Título 345454.** La presente invención se refiere a la formulación de un material compuesto de resina poliéster insaturada con montmorillonita, carbonato de calcio y fibra de vidrio, para fabricar un material micro y nanocompuesto en forma de placas o láminas. Este material compuesto es tiene alta resistencia a la propagación de la flama y es auto extingible, debido a la adición de los componentes mencionados. Con esto se busca

reducir los daños que producen los incendios, que afectan las propiedades y la salud de las personas.

- **Dispositivo para la obtención de espumas metálicas mediante infiltración. Título 367887.** Dispositivo para la obtención de espumas metálicas de amplios rangos de porosidad, que se utiliza en el proceso de vaciado e inyección de un metal fundido alrededor de una preforma realizada a partir de partículas granulares, adquiriendo el metal la forma de una réplica en negativo de la estructura de esta. Con este dispositivo se logra la fabricación de espumas de diversos metales con una porosidad de hasta un 80%, manteniendo un excelente control del tamaño de poro y uniformidad de la estructura. Se evita la fragilidad de las espumas al no requerir la adición de agentes gasificantes o elevadores de viscosidad, ya que con este dispositivo se realiza la fundición dentro de un horno convencional o mufla. Se pueden obtener espumas de materiales metálicos cuya temperatura de fusión sea menor a 800 °C.
  
- **Extrusión con ultrasonido aplicado a mezclas de PET-PEN-arcilla lisina. Título 376074.** La presente invención es acerca del proceso de extrusión monohusillo con la aplicación de ondas ultrasónicas y la utilización de arcilla superficialmente modificada con la sal del aminoácido L-Lisina, para el control de la estructura química de mezclas de polietileno tereftalato (PET) y polinaftalato de etileno (PEN).
  
- **Espumas metálicas de Al-Si-Cu-Mg y su procedimiento de obtención. Título 383039.** Proceso de obtención de materiales metálicos porosos, formados a base de aleaciones cuaternarias de aluminio con silicio, cobre y diferentes contenidos de magnesio, originando diferentes porosidades. Los materiales porosos o espumas obtenidos presentan propiedades únicas para estas aleaciones, siendo altamente porosas. El procedimiento de fabricación de las espumas consiste en aplicar

un sobre-tratamiento térmico a aleaciones Al-Si-Cu-Mg, que tienen un alto contenido de varias segundas fases. Se evita el incremento en la fragilidad de las espumas al no requerir de agentes gasificantes o elevadores de viscosidad. El costo de la fabricación es bajo ya que solo se necesita realizar tratamientos térmicos a las aleaciones ya fabricadas.

- **Diseño y uso de un nanorecubrimiento de óxido de titanio con estructura atómica amorfa en superficies de dispositivos biomédicos microestructurados con potencial efecto en la respuesta biológica de células mesenquimales humanas.**

**Título 385246.** La presente invención se relaciona con los procedimientos para el diseño de un nanorecubrimiento en superficies micro estructuradas para dispositivos biomédicos con el potencial de inducción de diferenciación de células mesenquimales derivadas de medula ósea, la creación de un microambiente local asociado a regeneración ósea y la modulación de la respuesta inflamatoria. Específicamente se relaciona con el diseño de una superficie microestructurada la cual es funcionalizada con un nanorecubrimiento de óxido titanio con estructura atómica amorfa (aTiO), aunada a una capa buffer de titanio puro para mantener su adhesión al sustrato. Este nanorecubrimiento tiene el potencial de favorecer la inducción de la formación de tejido óseo en dispositivos biomédicos microestructurados funcionalizados con éste, la inducción de células mesenquimales a un fenotipo osteoblástico y además con un potencial de modular la producción de interleucinas y moléculas involucradas en la respuesta inflamatoria de células mesenquimales.

- **Grafeno y nanografito por Ultrasonido-HASE y su uso como reforzante en materiales compuestos de matriz polimérica. Título 399875.** El objetivo de la presente invención es exfoliar grafito en un medio acuoso para la obtención de láminas de grafeno y partículas nanométricas de grafito. Estas partículas pueden

ser utilizadas como reforzantes en materiales nanocompuestos termoplásticos. Por sus características estas pueden ser utilizadas en las industrias de electrónica, de pigmentos, de transformación y procesamiento de polímeros, automotriz y seguridad ambiental.

- **Andamio tisular para regeneración de tejido cardiaco Título 402408.** La presente invención se refiere a un andamio tisular biodegradable híbrido (orgánico/inorgánico), conformado por nanopartículas de biovidrio sintetizado por el método sol-gel in situ, embebidas en nanofibras orgánicas de un polímero, obtenidas mediante electrohilado). El campo técnico corresponde a la ingeniería de tejidos para su aplicación en el área médica para la regeneración de tejido cardiaco infartado.
  
- **Diseño y síntesis de un dendrímero PAMAM G1 con b-ciclodextrina en la periferia para acarrear fármacos. Título 402433.** Se refiere al diseño y la síntesis de un dendrímero PAMAM de generación 1 (PAMAM G1), modificado completamente en la periferia con unidades de  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ CD) mediante la reacción de cicloadición azida-alquino catalizada por cobre (I) (CuAAC). Mediante este proceso de síntesis es posible modificar la periferia con moléculas de  $\beta$ CD de otros tipos de dendrímeros. El PAMAM G1- $\beta$ CD se caracteriza por presentar cavidades en la periferia para acarrear fármacos, teniendo la posibilidad de construir una nueva familia de dendrímeros.
  
- **Dispositivo y metodología para determinar la respuesta macro y micromecánica de elastómeros sometidos a tracción biaxial por indentación esférica. Título 406831.** Diseño de un dispositivo y una metodología gráfica para evaluar de manera simultánea los comportamientos macro y micromecánico de membranas

elastoméricas de origen natural, sintético, híbrido e incluso membranas nanocompuestas con un comportamiento mecánico no-lineal, sujetas a estados de esfuerzo de tracción biaxial inducidos por indentación esférica. En particular esta invención consiste en la determinación del módulo de corte, el módulo de Young, el radio de la región de contacto entre el indentador esférico y la membrana, la función matemática que describe el perfil deformado de la membrana indentada, y la deflexión central máxima. Presenta como ventaja el registro de manera sincrónica, no sólo de la fuerza aplicada y la profundidad de indentación, sino también las imágenes estereoscópicas de la deformación de la superficie de la membrana y los perfiles de deformación correspondientes. Las membranas a evaluar pueden ser hidrogeles híbridos, andamios celulares y tejidos biológicos, los cuales son utilizados tanto en la Ingeniería de Tejidos como en la Biomedicina.

### ***Registros ante el INDAUTRO o IMPI***

- Materiales Avanzados. Se está gestionando el ISSN para alcanzar su indexación en el LatinIndex
- Polymat Contributions
- Memorias del Congreso de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Membranas
- Temas selectos en Ciencias de Materiales y Nanotecnología
- Materiales Amigables
- Registro de Marca: Cubrebocas “SakCu” y “Caravana de los Materiales”.

### ***Actividades de divulgación, educación contrinua y promoción.***

La Secretaría de Vinculación del IIM, coordinó la gestión de contenidos de carácter científico relacionados con las temáticas que desarrollamos en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales en las siguientes redes sociales

1. Página web: <https://www.vinculacion.iim.unam.mx/>
2. Facebook: <https://www.facebook.com/iimunam/>
3. Instagram: <https://www.instagram.com/vinculacioniim>
4. Instagram: <https://www.instagram.com/iimunam/>

5. LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/instituto-de-investigaciones-en-materiales/>
6. Spotify: <https://spoti.fi/3QfCAVF>
7. TikTok: <https://www.tiktok.com/@vinculacioniim>
8. Twitter: <https://twitter.com/vinculacioniim>
9. YouTube: <https://www.youtube.com/@vinculacioniim>

La estadística de seguidores, publicaciones y comentarios de los contenidos de divulgación mencionados se resume en la siguiente Tabla

Plataforma	Seguidores	Publicaciones	Reacciones	Compartidas	Comentarios	Personas alcanzadas/ Reproducciones
Facebook	23,379	483	8,630	1,961	511	463,959
Instagram	1,144	141	2,688	236	105	65,211
LinkedIn	310	130	105	43	0	3,902
YouTube	687	52	514	217	22	14,270
Spotify	15	1	0	0	0	252
<b>Total</b>	<b>25,535</b>	<b>807</b>	<b>11,937</b>	<b>2,457</b>	<b>638</b>	<b>547,594</b>

En el periodo 2017-2023, la evolución de seguidores en las diferentes redes sociales se resume en la Tabla siguiente

REDES	FECHA DE INICIO							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
FACEBOOK	15 de febrero 2013	3,531	10,095	15,872	19,013	18,318	22,397	22,944
LINKEDIN	12 de abril 2019 Primer post 13/08/21				32	175	218	307
INSTAGRAM VINCULACION	28 de julio 2020 Primera publicación				108	154	816	1220
SPOTIFY	2020				58	75	96	113
YOUTUBE	25 febrero 2019				287	457	626	677

## Difusión y divulgación

La difusión del conocimiento científico generado por las investigaciones que se llevan a cabo en el IIM, forma parte de las actividades de extensión de la cultura que se consideran como labores sustantivas de nuestra Universidad, a fin de dar a conocer con amplitud los avances logrados en los proyectos de investigación que desarrollan los académicos del IIM. En el periodo 2016-2024 se presentaron 700 trabajos de investigación en congresos especializados, tanto nacionales como internacionales en formato virtual en áreas diversas de la ciencia e ingeniería de materiales. Asimismo, se impartieron 220 conferencias y seminarios especializados.

De forma complementaria, a nivel Institucional se organizaron los siguientes eventos:

- a) ***Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, C.U.*** Este evento académico tiene más de 20 años de tradición en el IIM, y se ha llevado a cabo de forma ininterrumpida (excepto en el 2020 por la Pandemia de Covid-19). Tiene como objetivo ofrecer cursos sobre temas actuales en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Esta dirigida a estudiantes de Posgrado y académicos especializados en el área. En el periodo 2016-2024 se tuvieron en promedio 200 participantes registrados por año y 10 ponentes invitados por año (nacionales y extranjeros).
- b) ***Escuela de Ciencia de Materiales y Nanotecnología, Morelia y Foro de Vinculación Universidad-Industria.*** Esta Escuela lleva 19 ediciones, las cuales de han llevado a cabo de forma ininterrumpida desde el año 2005. Tiene como objetivo brindar un foro regional para impartir cursos sobre temas actuales en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Esta dirigida a estudiantes de Posgrado y académicos especializados en el área. En el periodo 2016-2024 se tuvieron 150 participantes registrados en promedio por año y 6 ponentes invitados por año (nacionales y extranjeros).
- c) ***Congreso Estatal de Estudiantes de Ciencia e Ingeniería de Materiales.*** Este evento evolucionó del Simposio de Estudiantes en Ciencia e Ingeniería de Materiales que

auspicia la Sociedad Mexicana de Materiales A.C. a través del Capítulo Estudiantil en el IIM. Tiene como objetivo servir como un foro estudiantil de exposición y discusión de resultados y proyectos, con el fin de intercambiar ideas y fomentar la colaboración inter-institucional. En cada edición se invitan a ponentes de reconocido prestigio nacional para presentar temas y tendencias de estudio en Ciencia de Materiales. Durante el periodo considerado, se ha tenido en promedio 110 asistentes registrados por año y 6 ponentes invitados por año.

- d) **Jornada Anual de Puertas Abiertas IIM.** Este evento de divulgación científica consiste en abrir los laboratorios de investigación del IIM para demostraciones didácticas dirigidas a públicos no especializados con el fin de mostrar de forma lúdica, la variedad de temas de investigación que llevamos a cabo. El público visitante suele ser mayoritariamente juvenil (preparatorianos, principalmente), por lo cual la jornada de demostraciones suele ser muy dinámica y activa. El número de visitantes que se reciben promedia mas de 700 por año, y toda la comunidad del IIM (académicos, administrativos, estudiantes) se involucra para contribuir al enorme éxito que cada año representa este evento.

### **Revista “Materiales Avanzados”**



Materiales Avanzados es la revista de divulgación científica de nuestra comunidad académica, cuyo propósito es mostrar y discutir los descubrimientos en el área de la investigación en materiales, con el ánimo de formar un puente entre investigadores y el público lector interesado en temas de investigación científica. En el periodo 2016-2024 se editaron 16 números de nuestra revista de divulgación. En particular, cabe destacar el número 37 de la revista Materiales Avanzados,

titulado ¡Celebramos 20 años!, el cual se dedicó de forma especial, a celebrar dos décadas

de publicación continúa ofreciendo un foro de reflexión en torno a las enseñanzas, retos afrontados y oportunidades a lo largo de dos decenios de historia que la revista lleva en circulación. En este número se hizo un recuento histórico que narra los orígenes de la revista desde el primer número publicado en el verano del 2003, así como una selección de artículos, misma que estuvo a cargo del comité editorial con representantes de cada uno de los Departamentos del IIM. Con esto se construye una línea narrativa que abarca nada menos que veinte años de historia de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales vista a través de las publicaciones y trabajos originales de varias decenas de autores, colaboradores, investigadores y técnicos académicos. Los artículos presentados en este son los siguientes: A -casi- 20 años de Materiales Avanzados. Los hidróxidos dobles laminares, materiales con memoria. Los materiales de implante. Carbono amorfo y cuasidiamante. Nanocúmulos de silicio: hacia el láser de silicio. Óptica no lineal en materiales orgánicos y polímeros. Polimerización electroquímica. Superconductividad y magnetismo. Grafeno: un material con potencial para la tecnología electrónica del futuro. Polímeros de coordinación porosos (PCP) como nuevas plataformas energéticas: la importancia de los centros metálicos insaturados. Materiales multiferróicos: una nueva alternativa para la conversión de energías. Espumas metálicas y sus aplicaciones. Transformación espontánea de películas metálicas a nanopartículas soportadas en polímeros multifuncionales. Un acercamiento a la Nanoescala. Celdas de combustible a hidrógeno. Con esta perspectiva histórica y con el justo reconocimiento a los pilares fundadores de la revista, se emprende un nuevo capítulo de la Revista Materiales Avanzados del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM.

### ***“Comic: Materiales amigables”***

Otra iniciativa novedosa de divulgación, dirigida al público en general, es el comic “Materiales amigables”, en el que dos personajes, “Particulina” y “Filmón”, se encargan de platicar sobre “los materiales”, explicando de forma didáctica, cómo se hacen, para qué sirven y de qué están hechos, entre muchas otras cosas más. Además de ellos, con frecuencia aparecen otros caracteres (como “Barrie” y “Tubito”) que ayudan a explicar

diferentes aspectos del gran mundo que representan los materiales amigables. Esta historieta aparece de forma digital en nuestra página web con periodicidad semestral y es fruto del talento narrativo e ilustrativo de académicos y académicas del Departamento de Materiales de Baja Dimensionalidad de nuestro Instituto. Hasta el momento, se han publicado tres temporadas cubriendo una gran diversidad de temas, desde lo más básico hasta problemas actuales, como el calentamiento global y los micro-nanoplásticos. En la Figura siguiente se muestra el cartel promocional de la historieta.



### ***“Caravana de los Materiales”***

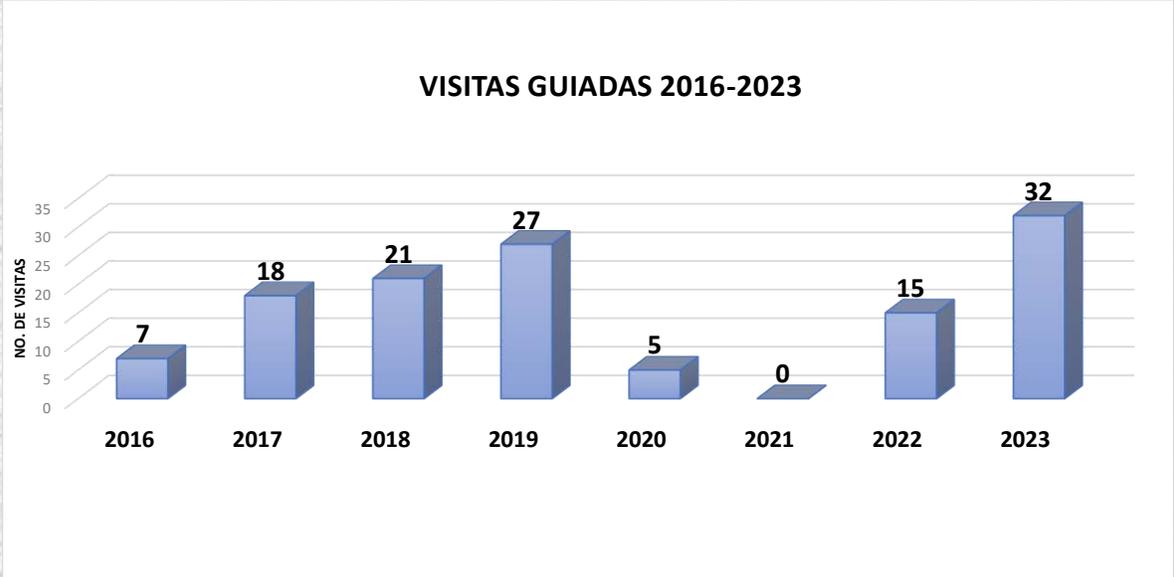
Un programa de singular éxito llevado a cabo en 2023 fue la “Caravana de los Materiales”, evento itinerante en el que participaron solo académicas del IIM y que se presentó en todos los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, alcanzando una audiencia de 2000 asistentes. El objetivo de las presentaciones fue exponer un panorama sobre la ciencia de materiales a nivel básico y de manera didáctica, combinando presentaciones, dinámicas interactivas y experimentos. Las investigadoras participantes de este notable programa

itinerante fueron las doctoras Monserrat Bizarro, Patricia Guadarrama, Ana Martínez, Estrella Ramos y Sandra Rodil.



Las actividades de divulgación de la ciencia que llevamos a cabo en el IIM incluyen también visitas guiadas a nuestros laboratorios. Los visitantes que recibimos provienen del nivel medio superior y superior, para quienes, previa gestión de una cita grupal, se organiza un recorrido demostrativo por nuestros laboratorios, cuyos responsables muestran en forma accesible el funcionamiento de equipos y su relación con las propiedades de los materiales que estudiamos. En la Figura alusiva siguiente se puede ver que durante el periodo 2016-2024 se tuvo en general una tendencia creciente en el número de visitas guiadas al IIM, con

un total de 125, excepto durante la pandemia, en la que se tuvieron que suspender dichas actividades, para después retomarse en 2022 y sobre todo, recuperarse notoriamente en 2023. La población de alumnos visitantes alcanzó en el periodo 2016-2024 un total de 2,500 personas.



Una forma muy actual de llevar a cabo la divulgación de nuestras labores sustantivas se hace mediante el uso de las diversas plataformas de redes sociales, para las cuales la Tabla siguiente muestra su evolución durante el periodo 2016 – 2024. Cabe señalar que en 2024 alcanzamos una audiencia total de 26,408 seguidores, la cual sigue se mantuvo en tendencia creciente desde hace 8 años.

Tabla de Crecimiento Anual de Seguidores					
Año	Facebook	Instagram	LinkedIn	YouTube	Spotify
2016	3531	0	0	0	0
2017	10095	0	0	0	0
2018	15872	0	0	0	0
2019	19013	0	32	287	58
2020	18318	108	32	457	58
2021	21991	154	175	598	75
2022	22075	230	206	756	479
2023	24100	382	372	791	671
2024	24130	387	425	791	675

La Tabla siguiente muestra el número de actividades anuales registradas en nuestras redes sociales, incluyendo publicaciones (mas de 4500 en los últimos 4 año) , reacciones (más e 7500 “likes” desde 2021) y comentarios por año en nuestras principales plataformas. Esta información es crucial para evaluar la eficacia de nuestra interacción con la audiencia y la respuesta del público a nuestro contenido digital.

Tabla de Actividades Anuales en Redes Sociales			
Año	Publicaciones	Likes	Comentarios
2021	1074	18141	1992
2022	1150	19000	2100
2023	1200	20000	2200
2024	1260	20600	2260

### ***Recursos audiovisuales***

Los recursos audiovisuales de divulgación científica que se generaron durante este periodo se resumen en las Tablas siguientes.

### ***Numeralia***

La cantidad de imágenes, audios y videos, por sección, se muestra a continuación:

Sección	Núm. Imágenes	Núm. Videos	Núm. Audios
Efemérides científicas: #UnDíaComoHoy	223	158	-
Frases de científicos	32	-	-
Hablemos de... ciencia	15	7	-
Infografías: IIMfografías	17	-	-
Pitch científico: Ciencia en Corto	-	17	-
Podcast: Sobre Ciencia y otros Business	-	87	29
¿Quién es este Pokémon?	-	15	0
Trivias	-	27	0
<b>TOTAL</b>	<b>287</b>	<b>311</b>	<b>29</b>

## Temas abordados

Durante el último periodo 2023-2024 se abordaron más de 20 temáticas científicas para exposiciones en carteles y charlas de divulgación con académicos invitados. Como ejemplos ilustrativos de estas actividades se muestran los siguientes collages:

DEPARTAMENTO DE

### Reología y Mecánica de Materiales

Simulaciones computacionales de materia condensada e investigación de propiedades mecánicas y ópticas de materiales complejos como polímeros, nanocompuestos, e...

#### Tendencias

1. Reología de fluidos complejos y física de multi-escalas.
2. Simulaciones computacionales de estructuras moleculares en interfaces.
3. Efectos fototérmicos por medio de fibras ópticas para aplicaciones médicas.
4. Desarrollo de hidrogeles híbridos para la reparación de tejidos biológicos.
5. Síntesis de azo-polímeros con aplicaciones fotónicas.
6. Uso de ultrasonido en el procesamiento de materiales poliméricos y en reacciones de injerto sobre termoplásticos.

Distribución de temperaturas en la vecindad de una sonda fototérmica de fibra óptica, IIM.

Respuesta velocidad

### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Investigación, desarrollo y procesamiento de compuestos poliméricos: orgánicos, azo-polímeros, oligotiofenos, nanocompuestos, biopolímeros y reforzamiento con fibras y cargas para termoplásticos y termofijos.
- Simulaciones computacionales de moléculas anfifílicas, surfactantes y fluidos en matrices porosas.
- Física estadística y desarrollo de algoritmos para estudio de sistemas complejos.
- Dinámica y comportamiento de gotas en medios confinados.
- Foto-termo-hidro degradación de materiales contaminantes.
- Desarrollo en dispositivo láser y sensores de fluorescencia de fibra óptica.
- Recubrimientos poliméricos.
- Síntesis y caracterización híbridos para aplicación en tejidos biológicos.
- Polímeros con propiedades fototérmicas para aplicación

#IIMteressante <https://www.iim.unam.mx/mmye.html>

### MATERIALES DE BAJA DIMENSIONALIDAD

Se realiza investigación enfocada a la síntesis, caracterización y modelado computacional de materiales de baja dimensionalidad (< 3D) como películas delgadas (2D), nanohilos (1D) y nanopartículas (0D).

#### Tendencias

- Materiales que promuevan la osteogénesis.
- Recubrimientos tribológicos.
- Membranas para la permeación selectiva de gases.
- Nanoestructuras 0-D y 1-D de ZnO y SiC.
- Materiales fotoluminiscentes.
- Nano-toxicidad de nanomateriales.
- Compuestos de bismuto.
- Polimorfo negro de fósforo en monocapa.
- Producción de hidrógeno por fotocatalisis.
- Películas nanoestructuradas de ZnO para la degradación de contaminantes.

#### Aplicaciones

- Producción de hidrógeno por procesos químicos.
- Degradación de contaminantes orgánicos por fotocatalisis heterogénea.
- Bio-sensores para la detección de microorganismos.
- Captura y conversión química de gases contaminantes.
- Sensores de gases.
- Reducción del desgaste y corrosión.
- Recubrimientos biocompatibles y bioicidas.

#### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Luminiscencia y fotoconductividad de nanoestructuras semiconductoras para celdas solares y biosensores.
- Corrosión electroquímica y espectroscopia de impedancias en recubrimientos.
- Síntesis y caracterización de recubrimientos
- Síntesis y caracterización de óxidos metálicos con propiedades fotocatalíticas con aplicaciones energético-ambientales.
- Estudios, análisis y simulaciones de plasmas para síntesis de películas delgadas.
- Estudios en óxido y perovskita de calidad industrial

DEPARTAMENTO DE

### Materiales Metálicos y Cerámicos

Desarrollo de materiales metálicos y cerámicos para encontrar la combinación de la microestructura y las propiedades eléctricas, magnéticas, mecánicas, electrónicas y de absorción.

#### Tendencias

- Síntesis de materiales porosos usando cajas metal-orgánicas (MOCs) con aplicaciones potenciales en biomedicina y energías renovables.
- Estructuras para el nano-confinamiento y liberación prolongada de fármacos.
- Desarrollo de andamios celulares inteligentes.
- Síntesis de materiales organometálicos complejos.
- Técnicas para nanoestructurar materiales metálicos.
- Desarrollo de aleaciones ligeras y super aleaciones.
- Nanomateriales electro-cerámicos y termoelectrónicos para generación y almacenamiento de energía.
- Estudio de procesos superplásticos.
- Aleaciones de alta entropía y vitreas.

#### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Propiedades magnéticas y eléctricas de materiales metálicos nanoestructurados y aleaciones amorfas.
- Triboluminiscencia y termoluminiscencia.
- Materiales electro-cerámicos y termoelectrónicos para captación de energía.
- Biomateriales para andamios celulares con aplicación en medicina regenerativa.
- Semiconductores con aplicaciones fotovoltaicas.
- Modelado matemático de la solidificación en materiales metal-cerámicos.
- Uso de materiales metal-orgánicos en la captura  $SO_2$  y  $H_2S$ .
- Estudio de aleaciones vitreas y monocristalinas.
- Química de materiales cerámicos: métodos de síntesis, procesamiento y caracterización estructural/microestructural.
- Deformación plástica severa en aleaciones.
- Propiedades de metales obtenidos por aleado mecánico.
- Selectividad de gases en estructuras micro porosas.

#IIMteressante <https://www.iim.unam.mx/mmye.html>

### Polímeros

Desarrollo y síntesis de nuevos materiales poliméricos así como el estudio de sus propiedades fisicoquímicas para encontrar aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías.

#### Tendencias

- Andamios celulares poliméricos a base de nano fibras y constructos in 3D.
- Sustratos y membranas porosas por manufactura aditiva.
- Membranas a base de fluoro-polímeros para separación de gases.
- Sistemas poliméricos para la liberación controlada de fármacos.
- Desarrollo de materiales autorregenerables.
- Del supermolecular basado en cajas metal-orgánicas.
- Separación de polímeros.
- Membranas de alta conductividad iónica para transporte de energía.
- Electro y fotocatalisis mediante interfaces híbridas.
- Estudios en materiales complejos moleculares esféricos.
- Separación adsorbtiva de olefinas y parafinas.

#### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Obtención de ramitas moleculares de carbono (CRS) por pirólisis de polímeros.
- Estudios de estabilidad y mecánica de fluidos newtonianos y no newtonianos.
- Síntesis orgánica de compuestos heterocíclicos y polímeros conjugados.
- Catalisis homogénea por medio de metales de transición.
- Dendrimeros en nanomedicina y como acarreadores de fármacos.
- Física de la materia condensada blanda: polímeros, coloides y cristales líquidos.
- Síntesis y caracterización de poliheteroarileno.
- Materiales poliméricos para sistemas de conversión y almacenamiento de energía.
- Materiales supramoleculares y nano polímeros para la liberación controlada de fármacos.
- Propiedades catalíticas de rotaxanos y catenanos.
- Desarrollo de polímeros supramoleculares basados en cajas metal-orgánicas.
- Materiales híbridos y su aplicación en celdas fotovoltaicas, LEDs y celdas solares.
- Compuestos para restauración de tejidos via ingeniería tisular guiada.

#IIMteressante <https://www.iim.unam.mx/polimeros.html>

### Materia Condensada y Criogénica

Propiedades térmicas, electromagnéticas, ópticas y magnéticas de los materiales a bajas temperaturas, especialmente en materiales cerámicos superconductores, tanto en forma de película delgada como en bulk.

#### Tendencias

- Investigación en termiones pesados.
- Superconductores a base de hidrógeno.
- Superconductores orgánicos.
- Metamateriales y nanomateriales.
- Separación magnética de contaminantes.
- Sensores ambientales: Tecnología THz.
- Estudio de los defectos de materiales y estructuras con el uso de magnetómetros.
- Cables superconductores.
- Almacenamiento de energía magnética superconductora.
- Investigación en termiones pesados.
- Superconductores a base de hidrógeno.
- Superconductores orgánicos.
- Metamateriales y nanomateriales.
- Separación magnética de contaminantes.
- Sensores ambientales: Tecnología THz.
- Estudio de los defectos de materiales y estructuras con el uso de magnetómetros.
- Cables superconductores.
- Almacenamiento de energía magnética superconductora.

#### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Películas delgadas con aplicaciones en fotoluminiscencia y electroluminiscencia.
- Estudio de estructura y propiedades de compuestos tipo perovskita-pírcoloro.
- Propiedades físicas de grafeno y sistemas relacionados.
- Catalizadores a base de nano cúmulos metálicos a través de DFT.
- Aplicación de la teoría BCS para el estudio de los superconductores convencionales.
- Aplicación del modelo de Hubbard en superconductores de alta  $T_c$ .

#IIMteressante <https://www.iim.unam.mx/polimeros.html>

## NANOTECNOLOGÍA Y CÁNCER

TRATAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DEL CÁNCER CON NANOESTRUCTURAS DE ZnO

Nuevos estudios para tratar el cáncer a través de la terapia con óxido de zinc (ZnO).



### Pero... ¿Por qué ZnO?

Además de ser biocompatible, puede causar la muerte de células malignas.



### ¿Y cómo funcionaría?

La nanotecnología hecha a base de ZnO.

Se ingresará al cuerpo a través de la sangre y se manipulará de manera computarizada.

Funcionando como biosensores capaces de detectar cuando una



CONOCE MÁS EN



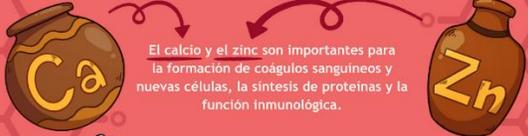
## CERÁMICAS PARA LA CICATRIZACIÓN DE PIEL

Estudios muestran que el uso de cerámicas aluminofosfatos (AIPO) enriquecidos con calcio y zinc, son efectivos para promover una buena cicatrización.



### ¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE PARA LA CICATRIZACIÓN?

El calcio y el zinc son importantes para la formación de coágulos sanguíneos y nuevas células, la síntesis de proteínas y la función inmunológica.



Descubriendo que el AIPO enriquecido con Zn acelera el proceso de cicatrización de piel y además estimula el crecimiento del pelo.



CONOCE MÁS EN



## AGUAS CONTAMINADAS POR PESTICIDAS

### TEMEFOS

Previene la reproducción de mosquitos transmisores de enfermedades como dengue, zika y chikungunya en lugares donde abunda agua.

Al exponerse a ciertas condiciones ambientales, causa daños a la salud, como diarrea, mareos o vómitos.

### NANOFLORACIÓN de Óxido de Zinc (ZnO)

Reducen la toxicidad de pesticida y sus subproductos a través de la fotocatalisis solar, un método sostenible respetuoso con el ambiente.

VS



Diseño por Alina García

## Secado de disolventes

El agua puede ocasionar que las reacciones químicas **NO** prosperen



Por ello, es esencial eliminarla de los disolventes, utilizando **substancias desecantes como el sodio metálico y el hidruro de calcio.**



Estos agentes liberan **calor** y **generan hidrógeno**, y en combinación con la **inflamabilidad de los disolventes**, causar **incendios o explosiones.**

¡Por lo tanto, es vital tomar precauciones y aprender a trabajar con estos agentes químicos!



¡interesante

Instituto de Investigaciones en Matemáticas

## 11 Na Sodio

22.98

Uno de los elementos químicos más comunes, **lo consumimos en nuestras comidas** como cloruro de sodio, (sal común)



Aunque es esencial para el correcto funcionamiento del cuerpo humano, en su forma pura, **es un metal brillante, maleable y extremadamente reactivo** que puede producir **explosiones en contacto con el agua** debido a la liberación de calor e hidrógeno.

Por ello, es importante tener precauciones al manejar este material.



Curiosamente, este metal **solía ser utilizado para hacer amalgamas dentales** antes de que se

## Lesiones fototérmicas en tejidos blandos por microcalentadores de fibra óptica

La terapia **fototérmica** ha demostrado ser una alternativa prometedora para el tratamiento de **tumores.**

**Sin embargo** Se necesitan fuentes de calor localizadas para minimizar el daño al tejido sano circundante.

Con este fin se desarrollaron **microcalentadores de fibra óptica** con nanopartículas de carbono y microcapas de oro en sus puntas, para obtener efectos **fototérmicos** mejorados y calentamiento **ex vivo** del tejido.





### ***Educación continua***

Como parte de las actividades de difusión del IIM, durante el periodo 2016-2024 se llevaron a cabo 21 cursos de actualización, 22 Talleres de divulgación, 124 seminarios y talleres de emprendimiento.

### ***Sistema de Gestión de la Calidad***

Con el objetivo de fortalecer la capacidad y el reconocimiento de los Laboratorios que realizan servicios analíticos para entidades externas, con el apoyo de la Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación, de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC), se ha trabajado en la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad del Laboratorio Universitario de Microscopía Electrónica bajo los requisitos de las normas ISO 9001 e ISO/IEC/17025.

En el **Plan de Desarrollo IIM 2020-2024** se contempla el **Eje Estratégico E3 “Vinculación y Difusión”**, con el objetivo de mejorar la vinculación academia-industria a fin de potenciar la colaboración con el sector productivo, contribuir a la solución de problemas de interés nacional y aumentar los ingresos extraordinarios del IIM, así como fomentar la amplia difusión de las investigaciones y avances que se llevan a cabo en nuestro Instituto. En todos estos aspectos se tuvieron avances en este periodo al considerar los convenios firmados, las patentes registradas y los servicios especializados brindados.

## **Eje Estratégico E4: Gestión y administración**

La gestión administrativa como apoyo a las labores sustantivas de investigación, docencia y difusión del IIM es fundamental para que los académicos puedan desarrollar sus actividades de manera ordenada, eficiente y apegada al marco normativo vigente de la UNAM. Este trabajo de gestión se realiza desde la Secretaría Administrativa del IIM, cuya misión consiste en la planeación, organización, y establecimiento de sistemas, normas y procedimientos tendientes a optimizar los recursos humanos, financieros, tecnológicos y materiales con que cuenta el IIM, con el fin de facilitar el cumplimiento de las funciones sustantivas del personal académico y el logro de los objetivos institucionales. Su objetivo general como Secretaría de apoyo es contribuir a una administración ágil y coordinada que brinde un apoyo eficaz y eficiente a las actividades sustantivas del Instituto, que promueva la calidad de los servicios que presta, simplifique los trámites, disminuya tiempos de respuesta y dé certeza de la transparencia en el ejercicio de los recursos.

Una de las responsabilidades más importantes de la Secretaría Administrativa es el ejercicio responsable y eficaz de los recursos financieros que se otorgan al IIM mediante el presupuesto anual asignado desde la Secretaría Administrativa de la UNAM. En este sentido, se describen a continuación las acciones llevadas a cabo en este sentido.

La Dirección General de Presupuesto de la UNAM autorizó al IIM ejercer en 2024 un total de \$221,780,029.00 M.N. El 96.5% de los recursos asignados son para cubrir partidas de sueldos, salarios, prestaciones y estímulos, así como artículos de consumo y servicios centralizados tales como agua, luz, teléfono, servicio de internet, pagos federales e impuestos, entre otros. El desglose general del ejercicio presupuestal de este periodo se presenta a continuación en el siguiente recuadro:

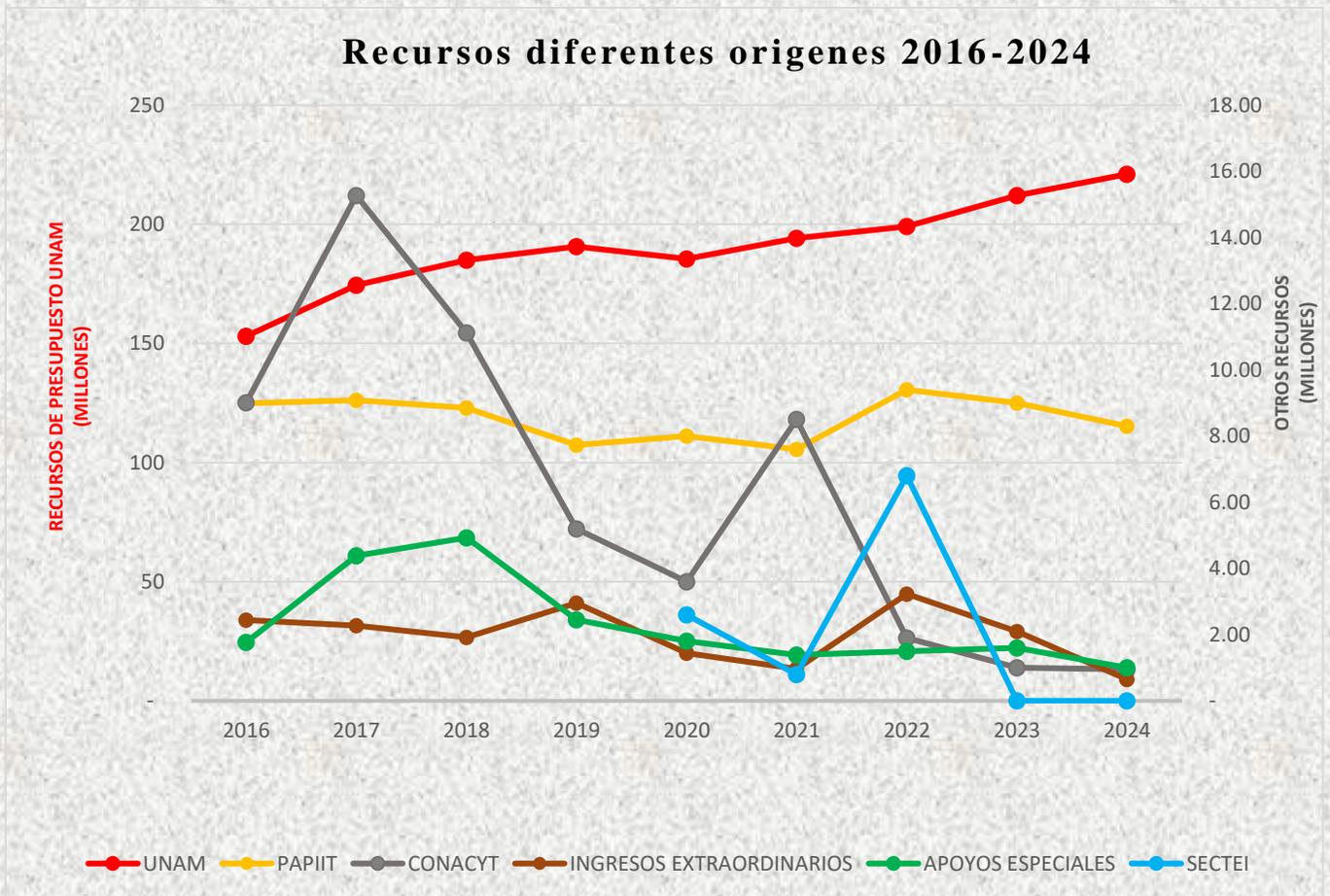
Grupo	Descripción	Asignado
100	Remuneraciones Personales	90,648,317
200	Servicios	8,735,685
300	Prestaciones y Estímulos	90,673,117
400	Artículos y Materiales de Consumo	4,816,038
500	Inmuebles, Mobiliario y Equipo	18,797,144
700	Asignaciones para Programas de Colaboración y Desarrollo Académico	7,372,480
<b>Total</b>		<b>221,780,029</b>

De estas partidas, la de asignación directa, que son las que puede ejercer la Dirección del Instituto para todos sus gastos operativos, ascendieron a \$7,372,480.000 M.N. De este monto, el 45% se asigna directamente al personal académico para el desarrollo de sus labores sustantivas mediante 85 proyectos internos, cuyo ejercicio es gestionado directamente por los académicos del IIM mediante solicitudes de compra. En este sentido, el recurso operativo disponible para la Dirección es de \$4,054,864.00 M.N. Cabe señalar que el presupuesto operativo se ministra en 4 periodos de 3 meses a lo largo del año, dando un total de \$1,013, 716.00 M.N. por trimestre. Este monto es insuficiente para el total de gastos que se ejercen en todas las Secretarías, sobre todo, la Secretaría Técnica, la cual, debido a las actividades permanentes de reparación y mantenimiento que lleva a cabo, tiene necesidad de gastos constantes que rebasan la disponibilidad de recursos por trimestre.

Adicionalmente, en el 2024 se administran 36 proyectos PAPIIT, 2 proyectos PAPIME y 8 proyectos CONACYT, dando un total (junto con los proyectos internos) de 132 proyectos, los cuales, junto a los apoyos especiales recibidos de parte de la Coordinación de la Investigación Científica y el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, principalmente, sumaron un total de \$14,555,428.00 M.N., como puede verse en la Tabla siguiente.

Cantidad	Proyectos	Importe
86	UNAM	2,355,500.00
36	PAPIIT	8,644,718.00
2	PAPIME	359,456.00
8	CONACYT	1,020,350.00
8	APOYOS ESPECIALES	2,175,404.00
	<b>TOTAL</b>	<b>14,555,428.00</b>

Por otra parte, en la Figura siguiente se muestra que los recursos del presupuesto UNAM si bien han aumentado año con año desde el 2016, en realidad se han mantenido en el mismo nivel a pesos constantes. Por su parte, los recursos de proyectos PAPIIT se han mantenido aproximadamente en un nivel constante entre 8 M y 10 M anuales, mientras que los recursos financieros de proyectos CONAHCYT descendieron considerablemente entre 2017 y 2020 y, si bien presentaron una leve recuperación entre 2020 y 2021, para 2024 se dió una drástica reducción del 75%, cayendo a menos de 1 millón de pesos en proyectos CONAHCYT. De igual manera, el financiamiento proveniente de proyectos SECTEI mostró un máximo importante desde 2021, aunque desafortunadamente cayó a cero en 2023 y 2024. Los datos de financiamiento externo indican claramente la conveniencia de seguir buscando fuentes complementarias de financiamiento para la investigación.



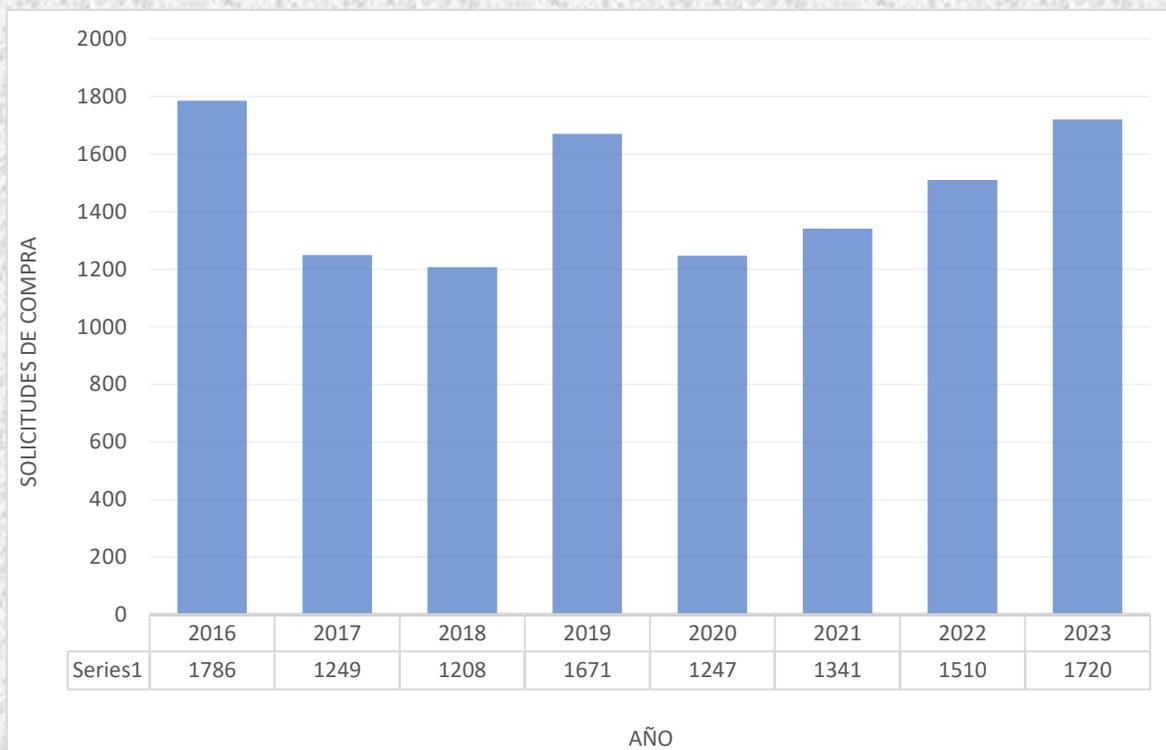
Por su parte, los ingresos extraordinarios a lo largo del periodo 2016 -2024 fluctuaron de forma consistente entre 1.0 y 3.0 millones de pesos por año, como se puede ver en la Figura alusiva correspondiente, en la que se puede verificar que se logró alcanzar un destacado total de recursos por \$17,463,278.00 M.N, lo cual refleja una gestión muy exitosa de la capacidad del IIM para brindar asesorías y servicios diversos para el sector productivo, así como para entidades del sector público y académico.



De forma complementaria, cabe destacar que durante el periodo 2016-2024, el IIM recibió apoyos especiales provenientes de las Coordinaciones de la Investigación Científica, de la Secretaría General y de los Posgrados en Ciencia e Ingeniería de Materiales y Ciencias Químicas, los cuales se han mantenido en un intervalo de entre 2M y 5M de pesos de forma consistente en el periodo, como se puede verificar en la Figura alusiva siguiente. Cabe destacar que estos apoyos especiales sumaron un total de \$28,353,482.00 M.N. Todos estos recursos se ejercieron en la adquisición de equipos para la investigación y su mantenimiento, así como en proyectos específicos de renovación y mantenimiento preventivo/correctivo a la planta física del IIM.



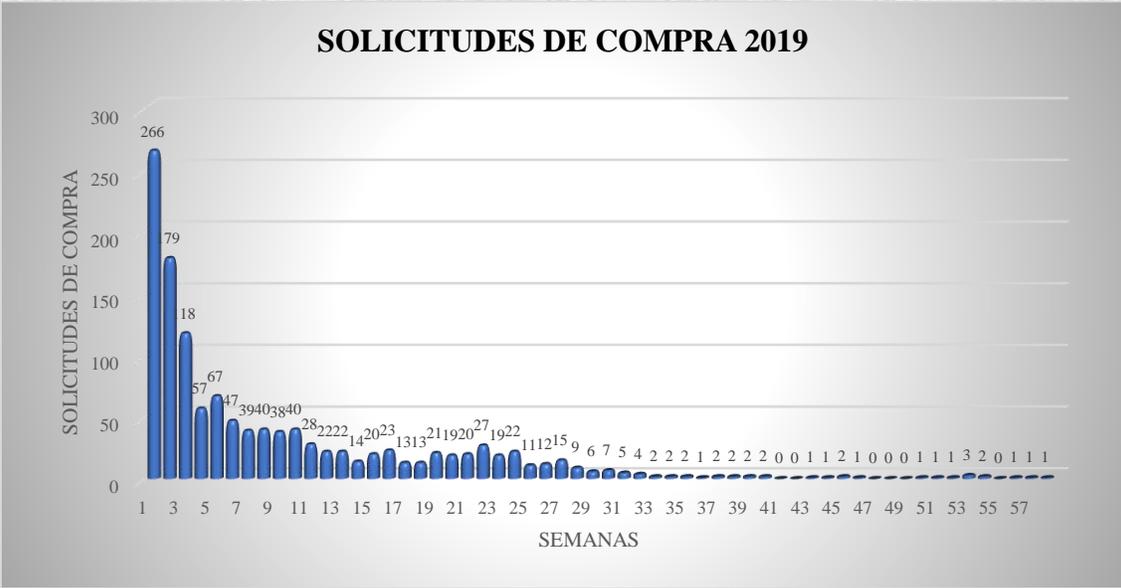
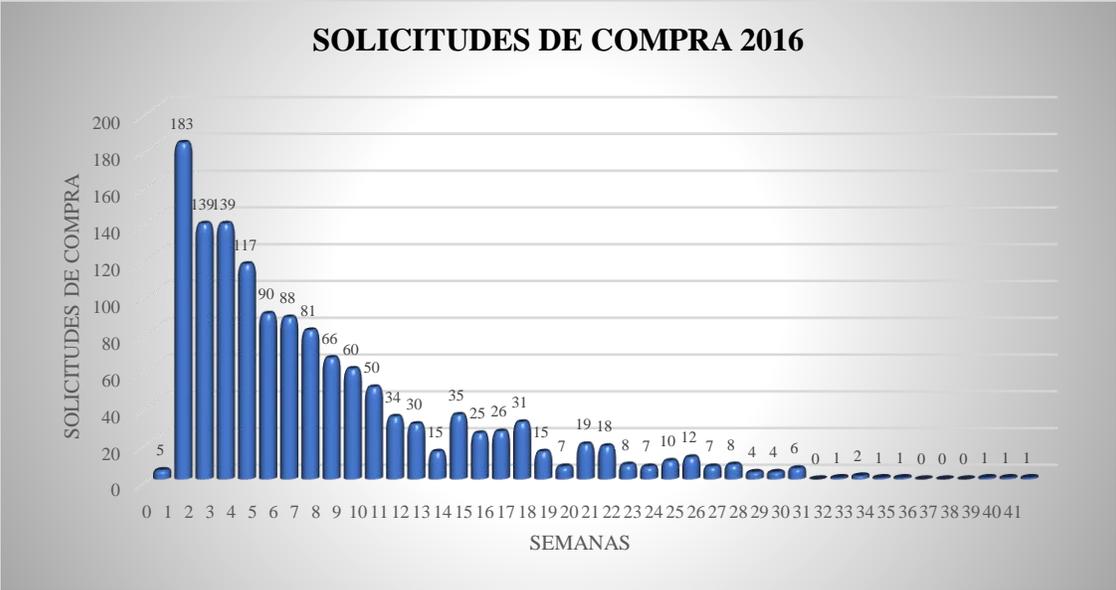
Otro aspecto particularmente significativo en la gestión administrativa de nuestro Instituto, es el que lleva a cabo el Departamento de Bienes y Suministros, el cual se encarga de suministrar oportunamente y bajo las mejores condiciones, los recursos materiales necesarios para la realización de las funciones sustantivas del Instituto, así como de controlar eficazmente los bienes muebles, inmuebles, artísticos y de uso recurrente, proceso para el cual propone procedimientos para salvaguardar los bienes institucionales y verificar la exactitud y seguridad de los datos contenidos en el registro de las operaciones de compras nacionales e internacionales. Estas actividades son de suma importancia para garantizar la debida transparencia en el manejo y custodia de los bienes adquiridos, con estricto apego a la debida aplicación de la normatividad institucional, las leyes, y reglamentos aplicables en el ámbito de su competencia. De estos aspectos, el más influyente en las labores de investigación que llevamos a cabo en nuestra dependencia es la adquisición de insumos para la investigación (reactivos, equipos y gastos de mantenimiento). En este contexto, la Figura siguiente muestra el número de solicitudes de compra por año, la cual muestra en general una tendencia creciente desde el 2017, con totales de solicitudes atendidas superiores a 1500 desde hace dos años. Esto representa un gran reto de trabajo para la Secretaría Administrativa en la atención de necesidades crecientes de compras, las cuales deben gestionarse en tiempo y forma con los mismos recursos, tanto humanos como de infraestructura.



A pesar de las dificultades, cabe señalar que se han adquirido bienes y servicios a precios competitivos y tiempos de entrega reducidos, a través de vales de abastecimiento ante la Dirección General de Proveduría, así como la adquisición de equipo mayor realizando las gestiones ante el Comité de Adquisiciones de la UNAM. En todos los casos, se busca garantizar las mejores condiciones de compra para el IIM en los tiempos requeridos.

Con base en el sistema de administración interno para el control de compras, es posible verificar que en el periodo 2016-2024, el tiempo promedio que tardaron las compras nacionales se redujo progresivamente de  $7.7 \pm 6.1$  semanas en 2016 a  $5.5 \pm 4.2$  semanas en 2019 y a  $3.5 \pm 1.2$  semanas en 2023, lo cual representa una significativa y meritoria mejoría del 54%. Los histogramas de distribución que sustentan la métrica del indicador de semanas de entrega por compra se muestra en la siguiente Figura, en la que es posible observar claramente la notable reducción en la dispersión del tiempo de gestión, la cual se visualiza en la cola decreciente de la distribución en los años mencionados, así como la acumulación de tiempos de compra en 2023 de menos de 4 semanas, como lo indica el promedio

correspondiente. Esto implica que cada año es menor el número de solicitudes de compra que se atrasan de forma considerable respecto al promedio. Estos retrasos cada vez menos frecuentes se pueden asociar a factores mayoritariamente externos a la administración del IIM, como incumplimientos de los proveedores y retrasos en comités de compras de la Dirección de Proveeduría, principalmente en compras al extranjero y en adquisiciones de equipos con valor superior a \$350, 000.00 M.N.





Otros avances significativos en los procesos de gestión administrativa del IIM en el periodo 2016-2024 fueron los siguientes:

- Se tuvieron reuniones de trabajo con el gremio de trabajadores sindicalizados, en primera instancia, llegando a acuerdos a favor de una relación de trabajo respetuosa y de beneficio mutuo trabajadores-instituto.
- Se implemento el SIC Sistema Institucional de Compras, herramienta que tiene como objetivo fortalecer la gestión administrativa.
- Se ha logrado identificar el 74% del activo fijo.
- En el mes de septiembre del 2019 el Instituto fue una de las 12 dependencias que participo en la Auditoría Externa del Sistema de Gestión de la Calidad para evaluar el cumplimiento del proceso de Planificación Administrativa. El resultado de la dicha auditoria fue cero observaciones y 4 fortalezas.
- El Instituto mantuvo sus actividades de investigación a pesar de la contingencia sanitaria.

- En lo que respecta al abasto de materiales de consumo recurrente, se dio continuidad al proceso de optimización de inventarios en el almacén, contando únicamente con material de alto flujo.
- Se atendió el “Sistema de Gestión de la Calidad de las Unidades y Secretarías Administrativas de la UNAM” (SGC), quien tiene la responsabilidad y autoridad en materia administrativa institucional de asegurar la implementación, mantenimiento y mejora de los procesos de la Secretaría Administrativa.
- Se implementó el SIAF (Sistema Integral de Administración Financiera).
- Se cuenta actualmente con un sistema de alarmas de todo el perímetro del Instituto de Investigaciones en Materiales, al cual se puede monitorear desde una Tablet en el área de vigilancia, así como desde los celulares de funcionarios del IIM.
- Se atendieron observaciones de auditorías quedando únicamente una observación respecto al activo fijo.
- Gracias a los recorridos mensuales que realizan los integrantes de la Comisión Local de seguridad, se han detectado oportunidades de mejora en el mantenimiento del IIM.
- Se implementó un sistema con lector para realizar de forma rápida y eficaz, el levantamiento físico del activo fijo.
- En colaboración con la Coordinación de Seguridad se estableció de forma coordinada un protocolo de limpieza.
- La secretaria administrativa obtuvo la certificación de Competencia Laboral Interna, (Diplomado en Gestión de Procesos Administrativos)
- Se dictaminaron dos plazas de confianza, quedando únicamente 5 pendientes de 18 plazas.
- Se mejoraron las competencias del personal de confianza que conforma la Secretaría Administrativa, mediante la asistencia a 35 cursos de capacitación continua.

- Se mantiene un grupo de trabajo comprometido, proactivo, organizado y propositivo, dispuesto a colaborar con la Secretaría Administrativa, logrando disminuir los tiempos de entrega en los diversos trámites de servicio.

El compromiso de la Secretaría Administrativa es actuar con eficiencia y claridad en el ejercicio presupuestal del IIM, así como en la planeación de trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo a la planta física de nuestra dependencia, con estricto apego a la normatividad universitaria, haciendo énfasis en el servicio que ofrece esta secretaría al personal académico de nuestro Instituto.

Los avances descritos en este rubro de gestión administrativa son consistentes con el objetivo de consolidar la prestación de servicios ágiles y eficientes para la gestión administrativa interna del IIM, el cual se contempla en **el Eje Estratégico E4 “Gestión y administración” del Plan de Desarrollo IIM 2016-2020.**

## Eje Estratégico E5: Igualdad de Género

La Comisión Interna de Igualdad de Género (CIIG) del IIM se integró formalmente ante la Coordinación de Igualdad de Género de la UNAM en el año 2021, iniciando actividades ese mismo año. Actualmente participan en nuestra CIIG representantes de académicos, administrativos y estudiantes. En el periodo se han llevado a cabo las siguientes acciones:

- ✓ **Capacitación Avanzada:** Se llevaron a cabo cuatro cursos de capacitación enfocados en la sensibilización y concienciación sobre género. Estos cursos permitieron a los participantes profundizar en la comprensión de las cuestiones de género y sus implicaciones en nuestra sociedad.
- ✓ **Charlas Inspiradoras:** La Comisión organizó dos charlas sobre equidad de género, brindando un espacio para la reflexión y el diálogo constructivo en torno a este tema crucial. Estas charlas no solo informaron, sino que también inspiraron cambios de mentalidad y actitudes.
- ✓ **Diálogos Abiertos:** En colaboración con expertos externos, se llevaron a cabo ocho pláticas dirigidas a todos los miembros de la comunidad IIM, así como al público en general. Estas pláticas promovieron la comprensión y el diálogo en torno a la equidad de género, abordando diferentes perspectivas y enriqueciendo el debate.
- ✓ **Encuentro Cuerpo y Mente:** La actividad semanal "La Ciencia en el Yoga", dirigida por la Dra. Elizabeth Chavira, unió a la comunidad IIM en la exploración de la relación entre el bienestar físico y la conciencia de género. Esta actividad promovió la unión y la introspección.
- ✓ **Análisis Cinematográfico:** Con el objetivo de fomentar la perspectiva de género, se llevó a cabo la actividad periódica "Cine Comentado con Perspectiva de Género". Esta actividad proporcionó un espacio para analizar películas desde una óptica crítica y de género, abriendo diálogos significativos.
- ✓ **Campaña de Concientización:** La Comisión emprendió una campaña de carteles para promover la importancia del respeto y la tolerancia hacia la diversidad. Esta campaña visual reforzó el mensaje de inclusión y respeto en toda la comunidad.

- ✓ Exploración de la Percepción: Para evaluar la percepción de género y discriminación en la comunidad, se administró un cuestionario a 50 miembros. Este cuestionario proporcionó una visión valiosa de los sentimientos y actitudes hacia estos temas, permitiendo una mayor orientación en futuras acciones.
- ✓ Ciclo de Cine Comentado con Perspectiva de Género El código enigma de Morten Tyldum, 2014, contamos con la participación de la Dra. Luisa Fernanda González Peña de la Escuela Nacional de Antropología e Historia; docente de tiempo completo y activista social.
- ✓ Evento "La ciencia en el Yoga" impartido por la Dra. Elizabeth Chavira (marzo-abril 2023).
- ✓ Ciclo de Cine Comentado con Perspectiva de Género, Radioactive 2020, Contamos con la participación de la Dra. Luisa Fernanda González Peña de la Escuela Nacional de Antropología e Historia; docente de tiempo completo y activista social.
- ✓ Día Internacional de las Mujeres, las Jóvenes y las Niñas en la Ciencia (2024) con la presentación de la Caravana de la ciencia -IIM.
- ✓ Mesa redonda por el día internacional de la Eliminación de la Violencia contra la Mujer (2024).
- ✓ Ofrenda de día de Muertos (2023).
- ✓ Mesa redonda de la Semana LGBTQ+ (2024)

Estas actividades demuestran el compromiso de la Comisión de Género en la promoción de un ambiente inclusivo y equitativo en el IIM a través de la educación, el diálogo y la sensibilización, con el fin de impactar positivamente en la comunidad, construyendo cimientos sólidos para una cultura de igualdad de género.

Por otra parte, durante este periodo se llevó a cabo la encuesta de conocimiento sobre temas de género, la cual arrojó los siguientes resultados:

- Dentro de la población del IIM únicamente el 8.9 % pertenece a la comunidad LGTBTTIQ+, es decir, la comunidad LGTBTTIQ+ sigue siendo una minoría dentro del IIM.
- Únicamente el 13.3% de la población del IIM se ha sentido discriminada por su identidad de género la cual es una oportunidad de trabajo para la comisión pues es nuestra meta reducir esta cifra.
- De igual forma el 86.7 % de la población del IIM está de acuerdo que hacen falta medidas para integrar la igualdad de género dentro de las actividades de docencia e investigación en nuestra institución.
- El 20% de la población del IIM considera que la discriminación de género ha afectado el desempeño en sus actividades lo cual es una cifra alarmante pues tanto la comisión como el IIM debemos garantizar la seguridad y el bienestar de los alumnos, académicos y empleados del IIM.
- Finalmente es necesario llevar a cabo más encuestas de este tipo para conocer las preocupaciones de la población del IIM y conocer sus propuestas.

Con base en estos aspectos, es necesario seguir implementando actividades y políticas de inclusión que contribuyan a una mayor visualización y comprensión de estas problemáticas, para así poder ofrecer soluciones propositivas que contribuyan a consolidar un ambiente de convivencia tolerante y libre de violencias de cualquier tipo.



Estas acciones están alineadas con el Objetivo principal del **Eje Estratégico 5 “Equidad de Género”** del **Plan de Desarrollo IIM 2020-2024**, a saber: “Implementar programas que contribuyan a fortalecer un ambiente de trabajo con respeto a los derechos humanos, incluyente, tolerante y libre de toda discriminación y que se encamine hacia la igualdad de oportunidades laborales, académicas y administrativas para hombres y mujeres, fomentando una convivencia libre de violencia de género en cualquiera de sus manifestaciones.”

## Infraestructura y equipamiento

El mantenimiento adecuado de oficinas, edificios, jardines y espacios de convivencia son necesarios para el desarrollo de las actividades cotidianas de académicos y administrativos. Asimismo, la capacidad operativa óptima en laboratorios y equipamientos para la investigación es indispensable para la realización de proyectos de investigación y prestación de servicios especializados. La Secretaría Técnica del IIM es la encargada de brindar los servicios de apoyo técnico y de mantenimiento a toda la planta física de nuestro Instituto, a fin de garantizar su adecuada funcionalidad y operatividad. Durante el periodo 2016-2024, se recibieron más de 3500 solicitudes de trabajo para atención a reparaciones y mantenimientos muy diversos, todas las cuales se atendieron de forma oportuna. Asimismo, la planta física del Instituto requirió más de 150 acciones preventivas y correctivas de mantenimiento mayor. Las más recientes, correspondientes al último año de actividades fueron las siguientes:

### Reacondicionamiento de fachada de Edificio C

- 1) División de laboratorio y Pintura de pasillo en Reología.
- 2) Cambio de reja perimetral parte posterior Instituto
- 3) Pintado de pasillo edificio A, B, y C planta baja y área administrativa, así como elaboración de Ventanas en Área Administrativa.
- 4) Cambio de lámparas para iluminación de las instalaciones en pasillo, laboratorios y el área de Taller.
- 5) Instalación de Transformador en laminadora
- 6) Mantenimiento a UPS y plantas de emergencia y cambio de sus aires acondicionados y sus capacitores e interruptores
- 7) Reparación de Extractores
- 8) Biblioteca y Auditorio
- 9) Impermeabilización de techos de Edificios C y B
- 10) Remodelación de Talleres Soplado de Vidrio

- 11) Cambio de Techumbre en Biblioteca, área de recepción, bicicletas y pasillos a Biblioteca. LUM y Taller.
- 12) Remodelación cubículo de Laboratoristas
- 13) Restauración de Sala de Conferencias
- 14) Trabajos de pintura fachada Edificio A y Estacionamiento
- 15) Mantenimiento jardín central
- 16) Limpieza de subestaciones
- 17) Limpieza de la Artesa y área de desperdicios
- 18) Restauración placa conmemorativa de construcción del primer edificio del Instituto, Edificio A.
- 19) Reparación de baños y cañerías
- 20) Fumigación de las área externas e internas del instituto con la finalidad de evitar la proliferación nuevamente de plagas en el instituto que por su ubicación es fácil tener plagas.
- 21) Adquisición e instalación de nuevos Dispensadores de Agua
- 22) Renovación piso y paredes Laboratorio LUME.
- 23) Mantenimiento a extractores y campanas de laboratorio.

Por otra parte, un aspecto de gran relevancia en el rubro de *Infraestructura y equipamiento* es la renovación de la infraestructura científica, en particular, de equipos especializados para la investigación, los cuales son indispensables para cultivar áreas de estudio de frontera. En las Tablas siguientes se muestran los equipos adquiridos con apoyos institucionales internos y externos durante el periodo 2016-2024. Cabe destacar en este rubro que la inversión acumulada fue de 60.1 millones de pesos, lo cual refleja el compromiso de autoridades y académicos para mantener una infraestructura de investigación lo más actualizada posible, lo que a su vez redundará en una mayor y mejor capacidad analítica para el desarrollo de proyectos de vanguardia en el área de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

## 2016

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas	Conacyt	ESPECTROFLUOROMETRO	587,516.64
Dra. Patricia Guadarrama Acosta	Conacyt	SISTEMA	803,794.01
Dr. Luis Enrique Sansores Cuevas	Papiit	COMPUTADORA	226,012.20
Dra. Sandra Rodil Posada	Conacyt /Presupuesto	XPS PHI5000	11,864,710.18
Dr. Octavio Manero Brito	Conacyt	EQUIPO SHJ-40D	1,010,021.00
Dra. Larissa Alexandrova	Conacyt	DETECTOR	2,867,101.32
Dr. Enrique Jaime Lima Muñoz	Conacyt	CONSOLA	4,999,999.04
Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas	Ingresos Extraordinarios	MAQUINA DE INDUCCION	153,120.00
Dr. Roberto René Salcedo Pintos	Papiit	SERVIDOR	31,667.00
Dr. Serguei Fomine	Papiit	SERVIDOR	249,396.11
Dr. Jose Israel Betancourt Reyes	Presupuesto	APARATO	310,576.00
Dr. Elio Alberto Rodriguez Guerrero/Dra. Sandra Rodil	Conacyt	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	809,680.00
			<b>23,913,593.50</b>

## 2017

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Betsabeé Marel Monroy Pelaez	Presupuesto	EQUIPO DE MEDICION DE FLUJO	819,076.74
Dr. José Gonzalo González Reyes	Conacyt	CAMARA	5,383,927.88
Dr. Stephen Muhl Saunders	Conacyt	SISTEMA	3,828,334.21
Dr. Luis Felipe del Castillo Dávila	Papiit	SISTEMA DE MEDICION MECÁNICA	1,899,968.89
Dr. Diego Solís Ibarra	Conacyt	SISTEMA	701,038.50
Dr. Diego Solís Ibarra	Conacyt	SISTEMA	815,535.31
Dra. María Cristina Piña Barba	Conacyt	BOMBA DE VACIO	215,256.56
Dr. Jose Israel Betancourt Reyes	Presupuesto	COMPRESOR	1,179,733.66
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	EQUIPO DE SISTEMA	1,369,641.00
Dra. María Cristina Piña Barba	Conacyt	ANALIZADOR	266,571.48
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	CROMATOGRAFO	580,000.00
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	REACTOR	4,305,416.32
			<b>21,364,500.55</b>

## 2018

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	MEZCLADORA DE GASES	292,934.80
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	MEZCLADORA DE GASES	259,935.35
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	MEZCLADORA DE GASES	392,428.00
Dr. Serguei Fomine	Conacyt	SERVIDOR	209,004.91
Dr. Ilich Argel Ibarra Alvarado	Conacyt	ANALIZADOR	2,387,943.17
Dr. Guillermo Santana Rodríguez	Papiit-PAEP	SIMULADOR	475,000.05
Dr. Heriberto Pfeiffer Perea	Conacyt	MUFLA	320,000.00
			<b>4,337,246.28</b>

## 2019

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Juan Arnaldo Hernández Cordero	Conacyt	SISTEMA DE LASER	1,196,875.00
Dra. Sandra Rodil Posada	Conacyt	POTENCIOSTATO	246,808.56
Dra. Sandra Rodil Posada	Conacyt	MAQUINA PARA ENSAYOS DE DUREZA	949,338.84
Dra. Sandra Rodil Posada	Conacyt	CROMATOGRAFO	278,460.00
Dr. Serguei Fomine	Papiit	ESTACION DE TRABAJO	219,177.41
Dr. Serguei Fomine	Conacyt	ESTACION DE TRABAJO	284,905.05
Dr. Octavio Manero Brito	Conacyt	CLUSTER (NODO)	314,685.73
Dr. Guillermo Santana Rodríguez	Conacyt	EQUIPO DE MEDICION DE FLUJO	610,953.00
Dra. Patricia Guadarrama Acosta	Papiit	PULVERIZADORA PARA ROCA	216,000.00
			<b>4,317,203.59</b>

## 2020

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Juan Arnaldo Hernández Cordero	Papiit	INTERROGADOR PARA SENSORES DE FIBRA OPTICA	346,358.65
Dr. Serguei Fomine	Papiit	ESTACION DE TRABAJO	220,273.33
			<b>566,631.98</b>

## 2021

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Chumin Wang Chen	Conacyt	ESPECTROMETRO	286,241.33
Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas	Papiit	EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCION	205,804.76
Dr. Jose Israel Betancourt Reyes	Presupuesto	LAMPARA MAX	355,987.01
Dr. Serguei Fomine	Papiit	ESTACION DE TRABAJO ESTACION DE TRABAJO ENSAM	236,468.27
			<b>1,084,501.37</b>

## 2022

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Guillermo Santana Rodríguez	Conacyt	FUENTE DE PODER PROGRAMABLE DE CORRIENTE DIR	287,816.14
Dr. Diego Solís Ibarra	Conacyt	FLUORIMETRO	1,643,473.36
Dr. Antonio Sánchez Solís	Sectei	PROCESADOR ULTRASONICO PROCESADOR ULTRASON	1,094,070.24
			<b>3,025,359.74</b>

## 2023

Usuario	Cargo	Descripción del Bien	Costo del Bien
Dr. Jose Israel Betancourt Reyes	Presupuesto	BOMBA TURBOMOLECULAR	410,740.00
Dr. Antonio Sánchez Solís	Sectei	CENTRIFUGA PURIFICADORA CENTRIFUGA PURIFICADORA	518,182.44
Dr. Guillermo Santana Rodríguez	Papiit	ESPECTROFOTOMETRO INFRAROJO ESPECTROFOTOMETRO	500,000.01
Dra. Lilian Irais Olvera Garza	Conacyt	REACTOR	528,696.93
Dr. Serguei Fomine	Papiit	SERVIDOR SERVIDOR TIPO RACK 2U MARCA SUPERMIC	219,999.80
Dra. Larissa Alexandrova	Conacyt	MUFLA TUBULAR MUFLA TUBULAR DIGITAL 100/1100 C	200,000.00
			<b>2,377,619.18</b>

**TOTAL 60,986,656.19**

## Coordinación de Seguridad, Ambiente y Protección Civil

Otro aspecto de gran relevancia en la labor académica de investigación es la seguridad en laboratorios y en instalaciones en general, el cuidado del medio ambiente y el fomento de la protección civil, todo ello a cargo de la *Coordinación de Seguridad, Medio Ambiente y Protección Civil del IIM*, la cual tiene como objetivo supervisar todos aquellos aspectos de seguridad e integridad física necesarios para garantizar un lugar de trabajo seguro y preparado para eventualidades ambientales y laborales y con ello, prevenir accidentes y enfermedades de trabajo, en apego a la reglamentación establecida en la NOM-030-STPS-2009. En este contexto, durante el periodo 2023-2024, dicha Coordinación llevó a cabo las siguientes acciones y actividades:

- ❖ Recorridos continuos en las Instalaciones del Instituto para la identificación de condiciones inseguras, actos inseguros y el correcto cumplimiento del RISHIIM y de las normas vigentes en materia de trabajo para la prevención de accidentes y enfermedades del trabajo. Realizar los correspondientes informes.
- ❖ Supervisión de las actividades realizadas por el equipo de laboratoristas.
- ❖ Desarrollo e implementación de protocolos en el tratamiento y disposición de residuos en general.
- ❖ Realizar pruebas químicas básicas para la identificación, tratamiento y disposición de residuos químicos generados por los usuarios del IIM.
- ❖ Apoyar en la atención a emergencias dentro del Instituto.
- ❖ Planear y ejecutar simulacros.
- ❖ Capacitación y adiestramiento en materia de Seguridad, Salud y Protección Civil
- ❖ Apoyar en la implementación de los programas y acciones aprobadas por la Comisión Especial de Seguridad del Consejo Universitario.
- ❖ Actualizar el Programa Interno de Protección Civil
- ❖ Actualización de inventario de reactivos químicos en los almacenes generales, fechado de los reactivos químicos al ingreso al almacén del Instituto.
  - ❖ Levantamiento y/o actualización de inventario de reactivos químicos por laboratorio.

- ❖ Logística en el préstamo, entrega, resguardo y búsqueda de reactivos químicos a la comunidad.
- ❖ Monitoreo del traslado y la movilidad de los cilindros de gases ubicados en los laboratorios y en los almacenes destinados para estos. Actualización de los cilindros de gases en el Instituto.
- ❖ Purga de equipo de emergencia como lavajos y regaderas.
- ❖ Recolección de residuos sólidos de manejo especial.
- ❖ Se realizó la evaluación del estado de 35 laboratorios en temas de seguridad, salud y protección civil a través de la implementación de listas de verificación.
- ❖ En atención a la solicitud realizada por las empresas dispensadoras de gases, se hicieron entrega 8 cilindros con pruebas hidrostáticas vencidas, en favor de salvaguardar la integridad de la comunidad y de las instalaciones del Instituto de Investigaciones en Materiales.
- ❖ Actividades de capacitación y simulacros: Se realizaron 3 simulacros en el periodo comprendido entre agosto 2023 y junio 2024 y se gestionaron 12 cursos de capacitación en temas de primeros auxilios y protección civil, con una importante asistencia de 391 participantes (estudiantes y académicos) como se ilustra en la Tabla siguiente

#	Fecha	Ponente	Dirigido a	Curso	Asistentes
1	02/08/2023	Q. José Negrete	Equipo de laboratoristas	Aspectos prácticos en el Monitoreo de Extintores	5
2	26/09/2023	Bomberos UNAM	Comunidad IIM	Uso y manejo de extintores	27
3	24/10/2023	Bomberos UNAM	Brigadistas	Manejo de hidrantes	11
4	31/10/2023	Personal de DGAPSU	Comunidad IIM	Primeros auxilios I	32

5	28/11/2023	Personal de DGAPSU	Comunidad IIM	Quemaduras químicas	28
6	20/02/2024	Personal de DGAPSU	Comunidad IIM	Primeros auxilios I	25
7	22/03/2024	Personal de DGAPSU	Comunidad IIM	Primeros auxilios II	25
8	04/04/2024	Q. José Negrete	Comunidad IIM	Seguridad en laboratorios	139
9	18/04/2024	Personal de DGAPSU	Comunidad IIM	Primeros auxilios psicológicos	22
10	21/05/2024	Q. José Negrete	Lab. LC-202	Aspectos prácticos de la seguridad en laboratorios	7
11	23/05/2024	Bomberos UNAM	Comunidad IIM	Uso y manejo de extintores	14
12	12/06/2024	Q. José Negrete	Comunidad IIM	Seminario Institucional: Protocolos de emergencia vigentes en el IIM	56

### *Disposición de residuos*

Durante el periodo considerado se dispuso un total de 1722 kilogramos de residuos peligrosos, clasificados de acuerdo a la siguiente Tabla.

Fecha de recolecta	Cantidad en kg entregado por tipo				
	Halogenados	No halogenados	Sólidos orgánicos/inorgánicos	Basura industrial	Otros
25/09/2023	90.50	288.50	197.50	0	0
22/11/2023	20.5	56.5	128	0	Mezcla crómica: 31, Solución ácida: 22.50, Lámparas fluorescentes: 10.00, vidrio contaminado: 193.00
21/02/2024	0	122	50	77	Mezcla ácida: 33, Aceite sucio 36, Lámparas fluorescentes: 6.5
20/06/2024	22.0	100.5	13.0	88.0	Mezcla ácida: 21.0, Ácidos con metales: 12.5, Aceite sucio: 77.0, Revelador: 18.0, Lámparas fluorescentes: 6.5

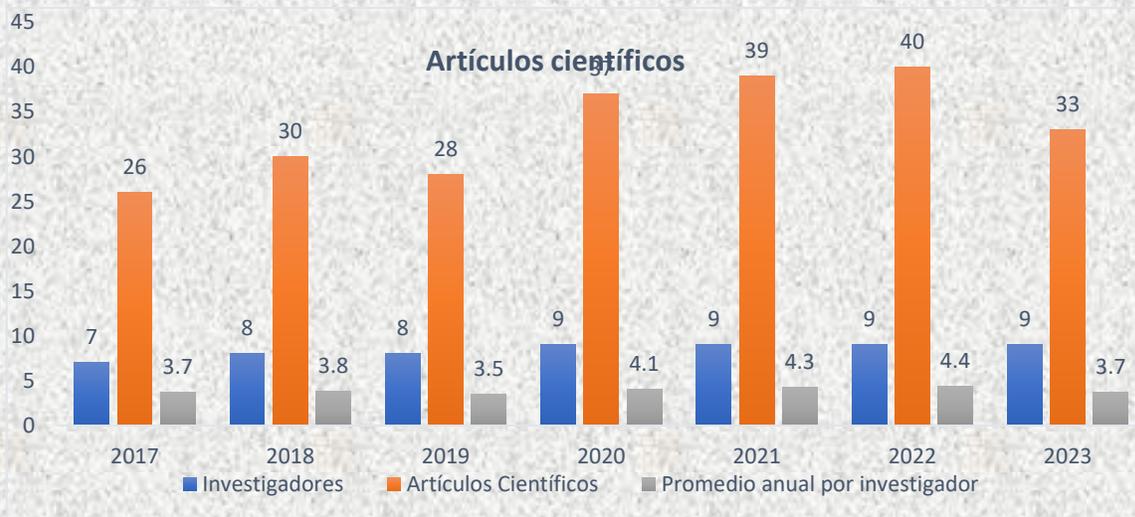
## Unidad Morelia

La Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales tiene como misión realizar investigación científica y tecnológica sobre estructura, propiedades, procesos de transformación y desempeño de los materiales sustentables, así como contribuir al desarrollo regional de la investigación científica, la formación de recursos humanos, la educación superior y posgrado, así como a la vinculación, mediante la caracterización de materiales, investigación de frontera, transferencia de tecnología, servicios tecnológicos, investigación, innovación y desarrollo tecnológico en Ciencia e Ingeniería de Materiales, para apoyar a las Instituciones de Educación Superior e industrias del Estado de Michoacán, elevando su competitividad a través de actualización, capacitación e infraestructura de avanzada en el área de Materiales Sustentables, apoyándose en la idea de aumentar la sustentabilidad de los procesos de producción y explotación. Sus objetivos como dependencia de investigación son los siguientes: a) Integrar una amplia plataforma de investigaciones en Materiales Sustentables que abarque la creación de nuevos materiales, procesos de transformación y sus posibles aplicaciones b) Contribuir de manera importante en el crecimiento y consolidación de la ENES-Morelia mediante el apoyo a la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables c) Ofertar y realizar servicios especializados, investigación aplicada y tecnológica, apoyando el desarrollo económico regional con nuevos productos de alto valor agregado, así como apoyar la cultura de la sustentabilidad, la innovación y el desarrollo tecnológico d) Fomentar la integración colaborativa entre los grupos de investigación locales, aprovechando la diversidad temática de la Ciencia de Materiales e) Participar activamente en la formación de recursos humanos mediante cooperación con los posgrados locales, la capacitación, asesoría y consultoría con las empresas haciendo énfasis en la sustentabilidad de los materiales f) Difundir el conocimiento y la actividad científica.

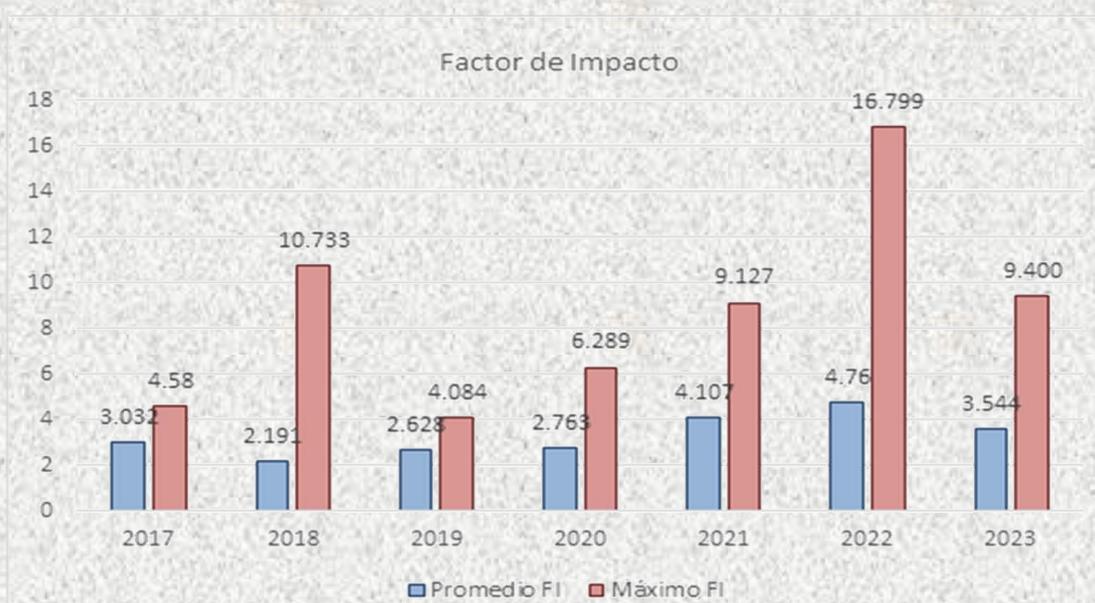
Las líneas prioritarias de los investigadores de la Unidad Morelia se enfocan al estudio de materiales para las siguientes aplicaciones: 1) captura de contaminantes 2) eficiencia energética y espintrónica 3) reciclables y biodegradables.

Actualmente, la Unidad Morelia del IIM cuenta con una planta de 9 investigadores (8 titulares, 1 asociado), 1 técnico académico y 3 posdoctorantes, así como un total de 40 estudiantes de licenciatura y posgrado. La edad promedio de los académicos es actualmente de 47 años, resultado directo de la incorporación de investigadores jóvenes, sobre todo a través del Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos. Esta Unidad brinda apoyo a la Licenciatura en Ciencias de Materiales Sustentables que se imparte en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Morelia y participa activamente en los programas de posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales en Ciencias Físicas y en Ciencias Químicas de la UNAM, así como en los Posgrados locales, como son: Posgrado en Ingeniería Física de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y el Posgrado en Ingeniería Mecánica, ambos programas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). También es de resaltar la colaboración con Facultades e Institutos de la UMSNH y con otras instituciones de educación superior locales, como son la Universidad de La Ciénega y el Instituto Tecnológico de Morelia.

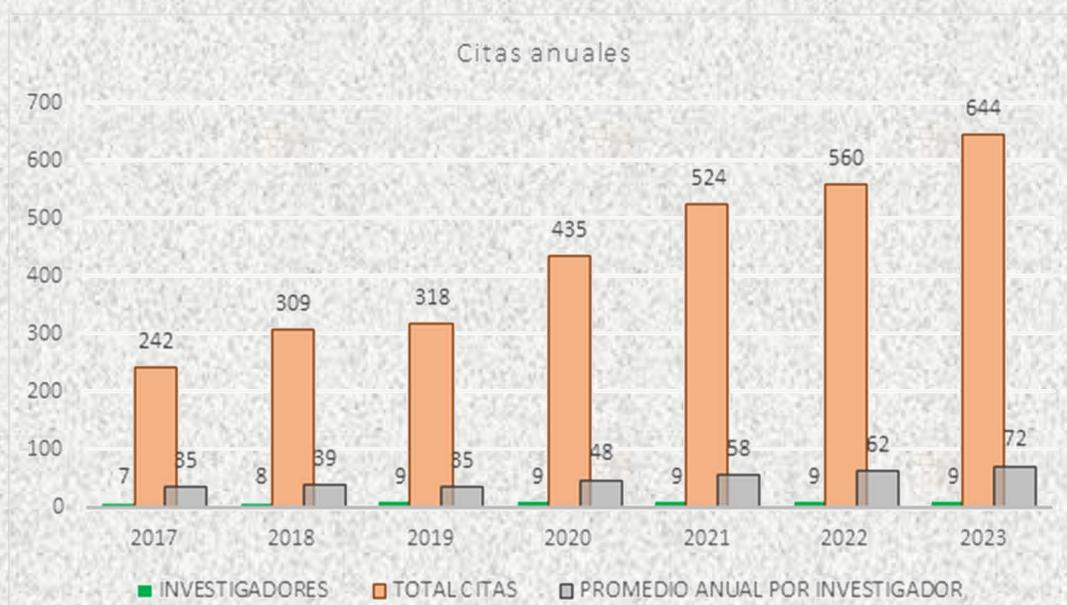
El número de artículos publicados con factor de impacto registrado en el “*Journal Citation Reports*” (JCR) de la Unidad Morelia del IIM se muestra en la Figura siguiente, en la que se observa que desde el 2017, la productividad científica de los académicos de la Unidad Morelia en este rubro ha ido incrementándose de forma notable hasta alcanzar 40 artículos en este periodo, lo que resulta en un destacado indicador de 4.4 arts/inv/año, un promedio muy significativo, incluso a nivel del Subsistema de la Investigación Científica.



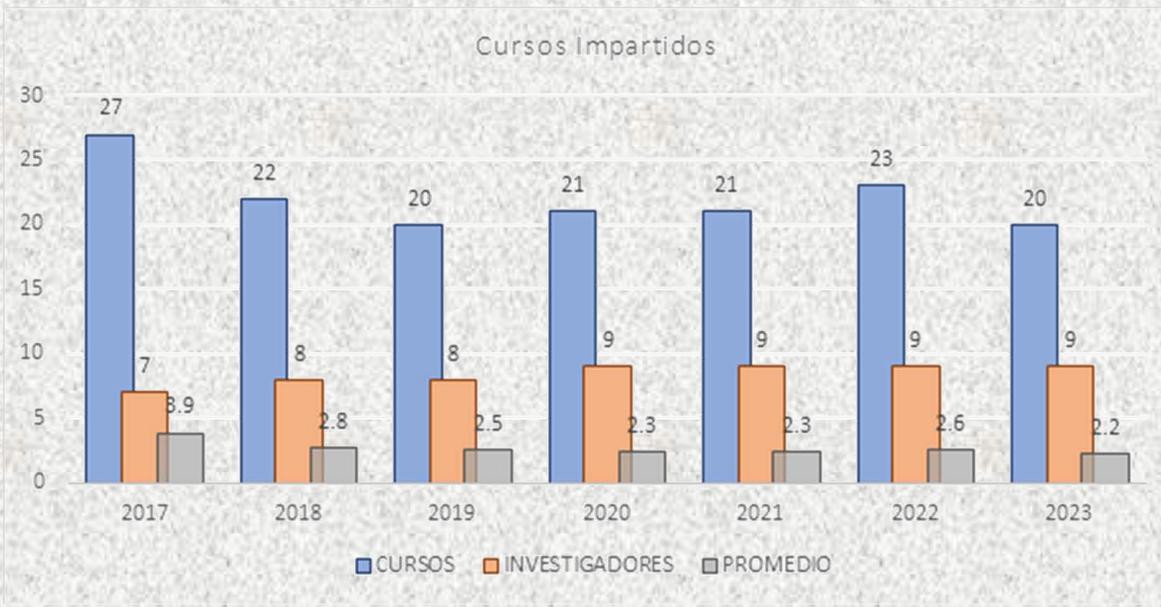
Por otro lado, el factor de impacto de las revistas en las que se publican los artículos de investigación del personal académico de la Unidad Morelia es un dato de referencia que permite visualizar en primera instancia, la valoración que están teniendo nuestras publicaciones en la comunidad científica en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales. En la Figura siguiente se ilustra el Factor de Impacto promedio de las publicaciones de la Unidad Morelia en los últimos 8 años, el cual ha ido aumentando progresivamente de 2.191 en 2018 a 3.54 en 2023. Asimismo, el artículo publicado en la revista con mayor Factor de Impacto en este periodo presenta un valor de 16.799, muy destacado para el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales.



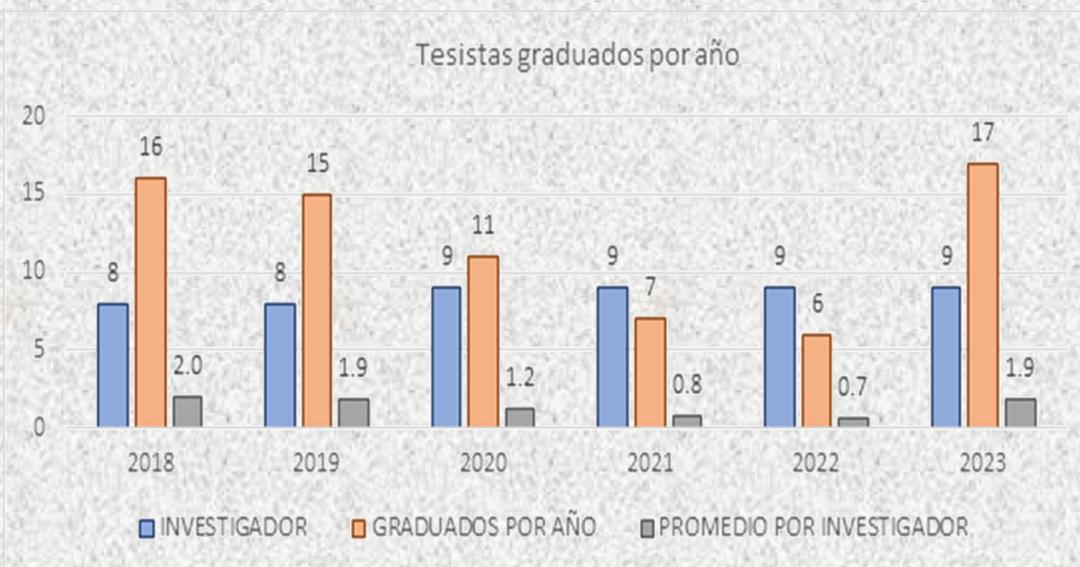
Por su parte, el número total de citas anuales que reciben los artículos publicados por investigadores de la Unidad Morelia ha aumentado de manera consistente desde el 2017, como se ilustra en la Figura siguiente, en la que se puede observar que en los últimos 7 años el número de citas prácticamente se triplico, al pasar de 242 citas en 2017 a 644 en 2023 (Fuente Scopus).



Un parámetro relevante de la formación de recursos humanos es el que concierne a la impartición de cursos regulares. Los investigadores de la Unidad Morelia han mantenido una importante presencia en este aspecto, fundamentalmente en la ENES Morelia y el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales de la UNAM. Como puede apreciarse en la Figura alusiva siguiente, la cantidad de materias impartidas anualmente por investigador se ha mantenido de manera consistente por arriba de 20 cursos por año desde 2017, lo que resulta en un indicador de 2.2 cursos/inv/año en el 2023, lo que refleja una actividad docente adecuada para una unidad académica dedicada a la investigación.



En la siguiente gráfica se observa que, en general, el personal académico de la Unidad Morelia logró graduar en promedio 12 tesis por año en todos los niveles (licenciatura, maestría y doctorado) durante el periodo 2018-2023. Sin embargo, entre 2020 y 2022 se observa una disminución en este rubro, debido principalmente a los efectos restrictivos de la epidemia por Covid-19 y problemas de baja matrícula en la ENES Morelia. Para 2023 se observa ya una franca mejoría en el total de graduados (17) e incluso en el indicador de graduados/invest/año el cual llegó casi a 2, un valor muy meritorio para una Unidad de investigación como es la Unidad Morelia.



En el rubro de Difusión, el evento más importante que organiza la Unidad Morelia es la Escuela en Ciencia de Materiales y Nanotecnología (ECMyN), el cual representa ya un evento consolidado en la atención de la comunidad académica nacional en el que a través de cursos cortos se ofrece información de vanguardia sobre los nuevos materiales y sus diferentes aplicaciones tecnológicas, así como un exitoso foro de vinculación academia-industria. Los temas que se abarcan son de amplio interés científico a nivel nacional e internacional y son impartidos por académicos de reconocido prestigio en sus respectivas áreas. En la versión 2023 se tuvieron 118 asistentes registrados. El porcentaje de asistencia por nivel académico fue licenciatura 28%, maestría 33%, doctorado 30%, posdoctorado 9%. Dentro de las temáticas que se expusieron en la edición 2023 de la ECMyN, destaca el 14° Foro de Vinculación Universidad-Industria con el tema “Servicios técnicos especializados a la industria. Retos y oportunidades”, en el que participaron destacados académicos del IIM, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y del Instituto Tecnológico de Morelia. De manera complementaria, como parte de las acciones de difusión y divulgación de la Unidad Morelia destacan los 8 seminarios académicos impartidos por académicos externos, en los cuales participaron más de 180 estudiantes de nivel Licenciatura y Posgrado, principalmente.

Para la Unidad Morelia, un logro de enorme relevancia alcanzado en este periodo 2016-2024 fue la gestión exitosa de un edificio de nuevo, en conjunto con el Instituto de Ingeniería, en el cual, para el IIM se contará con 6 laboratorios, 6 oficinas, sitio de cómputo y biblioteca compartida. Este edificio iniciará actividades en el segundo semestre de 2024 y supuso una inversión de más de 40 millones de pesos. Esta construcción nueva contribuirá significativamente a atender la problemática de saturación de espacios que se tenía desde hace varios años en las instalaciones de la Unidad Morelia.

## Áreas de oportunidad

A pesar de los avances logrados en el periodo 2016-2024, siempre hay áreas de oportunidad y mejora que atender a fin de avanzar de mejor manera en la consecución de los objetivos, programas y metas planteados en el Plan de Desarrollo Institucional. Para los ejes temáticos establecidos, consideramos las siguientes áreas de oportunidad en las que debemos trabajar para seguir optimizando nuestras condiciones de trabajo para el desarrollo apropiado y eficaz de las labores sustantivas que nos asigna la legislación universitaria.

- **Investigación y Desarrollo.** Proyectos de grupo con mayor alcance e impacto social. Fomento a la gestión individual y grupal de proyectos financiados.
- **Formación y docencia.** Recuperación de la matrícula de Posgrado; gestión de becas suficientes para estudios de Posgrado; mayor articulación con la Licenciatura en Química e Ingeniería de Materiales.
- **Vinculación con sector productivo.** Mejorar promoción de servicios y proyectos de colaboración. Aumentar la promoción de patentes para su transferencia.
- **Infraestructura y equipamiento.** Planeación y mantenimiento periódico. Mantenimiento mayor a planta física, Biblioteca y seguridad en laboratorios. Capacitación (Taller y servicios).
- **Gestión y administración.** Conclusión del inventario de activo fijo. Consolidación de la simplificación de procesos administrativos.
- **Igualdad de género.** Diseño de indicadores para el seguimiento de los procesos de concientización y visualización en temas de género.

## Congruencia con el PD UNAM 2019-2023

En el marco del Plan de Desarrollo UNAM 2019-2023, el recuadro siguiente ilustra la congruencia entre los Ejes Estratégicos del Plan de Desarrollo IM 2020-2024 en los que se han obtenido avances en el IIM durante este periodo 2021-2022 y los Programas y líneas de acción del Plan de Desarrollo UNAM 2019-2023 en los que contribuimos a su realización.

Programa PD UNAM 2019-2023	Línea de acción	Ejes estratégicos PD IIM 2020-2024
P2. Planes y programas de estudio	<i>Creación y modificación de planes y programas de estudio con la finalidad de garantizar su calidad y pertinencia en función de las necesidades y retos de la sociedad</i>	2. Formación y docencia
P3. Apoyo a la formación de los alumnos	<i>Favorecer la conclusión satisfactoria de los estudios universitarios</i>	2. Formación y docencia 3. Vinculación y difusión
P8. Investigación	<i>Generación de conocimientos de frontera y enfocados a atender problemas nacionales y globales</i>	1. Investigación y desarrollo 3. Vinculación y difusión.
P9. Innovación y desarrollo Tecnológico	<i>Incrementar la capacidad de respuesta de la Universidad en materia de innovación y desarrollo tecnológico.</i>	1. Investigación y desarrollo 3. Vinculación y divulgación
P13. Proyección nacional e internacionalización	<i>Acrecentar el liderazgo de la UNAM en los ámbitos nacional e internacional</i>	1. Investigación y desarrollo 2. Formación y docencia 3. Vinculación y divulgación
P15. Normatividad, gestión y administración universitaria	<i>Desempeño eficaz y expedito de la administración universitaria</i>	4. Gestión y administración
P16. Presupuesto e infraestructura	<i>Mejora de los servicios y la infraestructura</i>	4. Gestión y administración

## Congruencia con el PD UNAM 2023-2027

En el marco del Plan de Desarrollo UNAM 2023-2027, los logros y avances en la productividad académica del IIM son congruentes con el Plan de Desarrollo UNAM 2020-2027 en los siguientes Ejes Rectores (ER): ER3, “Fortalecimiento y Renovación de la Docencia”; ER4, “Consolidación y apoyo a la Investigación”; ER5, “Ampliación de la Difusión Cultural y la Extensión Académica”; ER6, “Vinculación Nacional e Internacional” y ER7, “Administración y Gestión Institucional”.

## **Agradecimientos**

Los avances y logros descritos en este informe final de actividades 2020-2024, son resultado del trabajo conjunto de toda la comunidad académica, estudiantil y administrativa del IIM, por lo que todos ellos comparten méritos en el desarrollo exitoso y fructífero de las labores sustantivas que llevamos a cabo en nuestro Instituto. Destaca en particular el desempeño de todas las personas reponsables de Secretarías (académica, administrativa, de vinculación y difusión, de recursos humanos y secretaría técnica), así como de los y las jefes de departamento, coordinadores y personal administrativo en general, cuya labor cotidiana hace posible el desarrollo adecuado de las actividades académicas de nuestra dependencia. Para todos ellos manifiesto mi más amplio reconocimiento y gratitud por su dedicación y compromiso durante estos arduos años de trabajo.

Asimismo, deseo reconocer y agradecer de forma institucional y personal, todo el apoyo brindado a nuestra comunidad durante el periodo 2016-2024 por parte de nuestras autoridades universitarias, tanto en la Coordinación de la Investigación Científica, en la Secretaría Administrativa y en la Rectoría. En todos los casos, tuvimos la fortuna de encontrar siempre una valiosa actitud de comprensión y soporte en las personas que ocuparon dichos cargos durante estos años. A nombre mío y de la comunidad del Instituto de Investigaciones en Materiales, gracias a todos ellos por contribuir a la consolidación de nuestras labores sustantivas.

*Atentamente,  
Dr. José Israel Betancourt Reyes  
Director  
Agosto 2024*



Instituto  
de Investigaciones  
en Materiales

