



Universidad Nacional Autónoma de México

# **INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

Plan de Desarrollo Institucional  
2017-2021

**OCTUBRE 2017**







# ÍNDICE

## ■ Presentación

I Introducción

II Entorno

III Objetivos Institucionales

IV Metodología para la definición  
del Plan Estratégico

V Objetivos de la Gestión Actual

VI Plan Estratégico del IER  
2017-2021

## ■ Referencias

## ■ Anexo: Elementos para el diagnóstico



# PRESENTACIÓN

El Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021 (PDI) responde a los retos presentes y futuros del Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM, consolida los avances del plan anterior y se enmarca dentro del Plan de Desarrollo Institucional de la UNAM 2015-2019 y la Legislación Universitaria [1-3].

El PDI establece áreas de efectividad, indicadores, metas, estrategias y acciones claves para los próximos cuatro años, generados mediante el trabajo de los Comités Académicos de Apoyo (CAAs): Comité Académico de Apoyo para Investigación (CAAI), Comité Académico de Apoyo para Tecnología, Innovación y Sustentabilidad (CAAT) y Comité Académico de Apoyo para Docencia y Divulgación (CAAD), como cuerpos colegiados electos por la comunidad académica del IER.

El PDI contempla los retos en investigación, innovación, educación y difusión de la cultura en fuentes renovables de energía a los que se enfrenta México y el mundo, desde ahora hasta el 2030. Refrenda el compromiso del IER con la generación de nuevo conocimiento, egresados de excelencia, el desarrollo tecnológico, la sustentabilidad y la vinculación con la sociedad. Presenta además acciones para facilitar el quehacer académico y favorecer el desempeño de la comunidad en sus tareas sustantivas (investigación, docencia y difusión), de manera que aumente el impacto del IER en el ámbito universitario, nacional e internacional.







# INTRODUCCIÓN

El IER, perteneciente al Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, es una entidad académica clave para que el país transite hacia un modelo energético que impulse el desarrollo sustentable<sup>1</sup> basado en fuentes renovables de energía. Esta comunidad universitaria enclavada en Temixco, Morelos, tiene una historia que nació cultivando temas de energía solar, como Laboratorio de Energía Solar (LES), creció con algunos otros tópicos, como Centro de Investigación en Energía (CIE) y hoy, como IER, aborda nuevos temas de investigación, ensaya nuevas formas de colaboración multidisciplinaria, enfoca su labor hacia la innovación e incluye una perspectiva de género en su quehacer académico relacionado con energías renovables (ER). Queda profundizar y consolidar estos temas, formas, enfoques y perspectivas. Un aspecto fundamental es saber que en el IER se posibilita la discusión y los acuerdos, se tiene un compromiso con la formación integral de sus egresados de excelencia, el desarrollo armónico y diverso del trabajo de investigación y se valora la dedicación y esfuerzo de los trabajadores administrativos.

Para consolidar la nueva estructura en red del IER, hay que aprovechar las nuevas posibilidades de crecimiento de la infraestructura física, utilizar el reconocimiento Latinoameri-

<sup>1</sup> En este PDI entenderemos el concepto de desarrollo sustentable como aquel que contempla cuatro dimensiones: economía, naturaleza, sociedad y organizacional, en contraste con el desarrollo sostenible definido por la RAE, que considera solamente las dimensiones económica y ambiental.

cano para internacionalizar nuestra labor docente, así como capitalizar la cultura de innovación que se está conformando tanto en los académicos como en los estudiantes. También es vital fomentar el trabajo multidisciplinario de los académicos. Así, las tareas son retadoras y merecen que sigamos esforzándonos en el diseño e implementación de estrategias colectivas donde se propicie el crecimiento individual para reforzar el cumplimiento de las tareas institucionales.

En el ámbito nacional es importante considerar que la situación energética demanda investigación, desarrollo tecnológico y divulgación del conocimiento en tópicos relacionados con las energías renovables. Si bien la política nacional considera todavía el desarrollo basado en los combustibles fósiles, se ha iniciado la transición hacia una economía basada en fuentes renovables. Nuestro papel como generadores de conocimiento, desarrolladores de tecnología que sirva para construir soluciones con valor agregado, como divulgadores y como formadores de capital humano potenciará la transición basada en el conocimiento hacia un entorno sustentable.

El presente Plan de Desarrollo Institucional se generó con base en la nueva estructura del IER plasmada en su Reglamento Interno, mediante los tres CAAs. Este plan de desarrollo se basa en áreas de efectividad para el desempeño académico de la entidad: Nuevos conocimientos, Egresados de excelencia, Desarrollos tecnológicos, Posicionamiento del IER en la sociedad e Instituto Sustentable.

# MISIÓN



“Realizar investigación científica básica y aplicada en energía, con énfasis en energías renovables, que coadyuven al desarrollo de tecnologías energéticas sustentables; llevar a cabo estudios, asesorías y capacitación a los distintos sectores de la sociedad; formar recursos humanos especializados, y difundir los conocimientos adquiridos para el beneficio del país”.



# VISIÓN



“Ser un Instituto de investigación con liderazgo académico internacional en investigación en energías renovables y temas afines, que propicie el desarrollo científico y tecnológico y permita su aplicación en la solución de problemas relacionados con los ámbitos de la energía y su impacto al medio ambiente para el desarrollo sustentable del país”.



Al considerar como punto de partida estos preceptos institucionales, la siguiente sección describe brevemente el entorno del IER, particularmente sus retos y compromisos.



# ENTORNO

## ■ INTERNACIONAL

En el ámbito internacional, las energías renovables en aspectos científicos, básicos o aplicados, desarrollo de tecnologías, formación de recursos humanos y de comunicación de la ciencia, están siendo ampliamente discutidos por profesionales de diferentes áreas. Esta discusión se refleja en el contenido de la Agenda para el Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) que establece 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que tiene como finalidad erradicar la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático sin que ninguna nación se quede atrás para el 2030. En particular, el Objetivo 7: "Garantizar el acceso a energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos", cuya meta es la transición a un sistema energético basado en energías renovables, priorizando las prácticas de eficiencia energética y adoptando tecnologías e infraestructuras energéticas con mucha menor huella ambiental.

El uso de fuentes renovables de energía se justifica no solo por el ahorro en el consumo de hidrocarburos, sino porque contribuye al bien común, reduciendo los problemas ambientales, mejorando la calidad del aire-agua-suelo, la rentabili-

dad macroeconómica y colaborando en la generación de empleos y riqueza mediante diversas oportunidades de negocio.

Las iniciativas y/o tratados internacionales establecidos para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y su impacto en el cambio climático, ejercen presión para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, detonando la necesidad de migrar y ampliar el uso de fuentes renovables de energía. Hoy en día se abren oportunidades de innovación en tecnología energética y las empresas quieren anticiparse creando “cadenas de valor verdes”, de tal manera que en la actualidad se tiene identificada una fuerte demanda sin precedente de tecnologías basadas en el aprovechamiento y utilización de las fuentes renovables de energía.

En este contexto internacional, resulta importante evaluar las aportaciones en aspectos de ciencia básica y aplicada que ha desarrollado el IER. Podemos comparar lo que hemos hecho aquí con otras instituciones similares en el mundo, para vislumbrar los retos y las áreas de oportunidad que tenemos. En particular, dado que el *National Renewable Energy Laboratory* de los Estados Unidos (NREL) es un referente a nivel internacional es adecuado para realizar esta comparación y analizar la producción científica en los últimos años del IER<sup>1</sup> y del NREL.<sup>2</sup>

En la última década (2011-2016) en el IER se publicaron cerca de 557 artículos; en el mismo período en el NREL se publicaron poco más de 3797. Para poder comparar estos números es importante conocer que en el IER laboran cerca de 100 académicos y estudiantes posdoctorales; en cambio, en el NREL laboran más de 1000 investigadores y estudiantes posdoctorales. Estos números indican que la productividad del IER en términos de artículos científicos es ligeramen-

---

1 Para el IER la búsqueda fue AD=(Temixco OR 62580 OR Ctr Invest Energia OR Inst Renewable Energies OR Inst Energias Renovables) and AD=(Mexico) Refinado por: Años de publicación: (2016 OR 2015 OR 2014 OR 2013 OR 2012 OR 2011) Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI.

2 Para el NREL la búsqueda fue PY=(2011 OR 2012 OR 2013 OR 2014 OR 2015 OR 2016) AND OG=(National Renewable Energy Laboratory - USA) Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI.

te superior al NREL aunque tenemos labores de docencia y divulgación adicionales. Un punto a destacar de este análisis son las cinco áreas principales (categorías del WoS) donde publican ambas instituciones. El IER publica en las categorías: *Energy & Fuels; Multidisciplinary Materials Science; Applied Physics; Electrochemistry*, y *Condensed Matter Physics*. Por su parte el NREL publica en: *Energy & Fuels; Multidisciplinary Materials Science; Applied Physics; Electrical & Electronic Engineering* y *Multidisciplinary Chemistry*. Se observa que las tres primeras áreas son las mismas para las instituciones, esto podría indicar que se cultivan prácticamente los mismos temas; sin embargo, un análisis de las revistas en donde se publican estos artículos indica una diferencia fundamental. El IER publica principalmente en: *Applied Thermal Engineering, Solar Energy, Journal of New Materials for Electrochemical Systems, Thin Solid Films, International Geology Review* y *Journal of Chemical Physics*; mientras que el NREL publica en *Applied Physics Letters, IEEE Journal of Photovoltaics, Journal of Applied Physics, Physical Review B, Progress in Photovoltaics, Journal of Physical Chemistry C* y *Biotechnology for Biofuels*.

Al revisar estas listas notamos que la diferencia fundamental radica en el carácter de investigación en el ámbito de las ingenierías o de las ciencias fundamentales; características que no debemos dejar pasar. Esto marca que los estudios que se están realizando en el IER tienen una mayor componente de aplicaciones en ingeniería o de desarrollo de materiales, principalmente en la generación de conocimiento incremental. Mientras que en el NREL parece predominar la investigación con sesgos fundamentales y hacia la ruptura. Además, el área de ingeniería eléctrica presente en el NREL está ausente en el IER, así como la publicación en revistas del área de biocombustibles. Estos hechos invitan a reflexionar sobre los retos en la generación de conocimiento de ruptura que debemos afrontar.

En relación a la formación de recursos humanos de nivel posgrado, en el ámbito Latinoamericano encontramos una au-

sencia de programas de posgrado enfocados al tema de las renovables. Este hecho condujo al Colegio Latinoamericano de Física (CLAF) a nombrar al IER como líder de su Unidad de Energías Renovables (UER-CLAF) en colaboración con el CICATA-IPN. Así, tanto a nivel país como Latinoamérica, las necesidades de formación de personal capacitado en los tópicos de renovables son una oportunidad para el IER.

## ■ NACIONAL

En el ámbito nacional la situación energética demanda investigación, desarrollo tecnológico y divulgación del conocimiento en tópicos relacionados con las energías renovables. Si bien la política nacional aún basa el desarrollo económico en los combustibles fósiles, se ha iniciado la transición hacia una economía con impulso desde las fuentes renovables de energía. El IER tiene un sólido compromiso con esta transición.

En este contexto, es urgente ampliar el número de especialistas en energías renovables en el país. Existe el programa de formación de recursos humanos en los tópicos de energía que ha implementado el Fondo de Sustentabilidad Energética (SENER-CONACyT). Sin embargo, dada la política de explotación de hidrocarburos que mantiene el gobierno federal, el mayor esfuerzo se ha realizado en este tema relegando a un segundo plano a las renovables.

Hace siete años había pocas instituciones mexicanas que impartían ingeniería en tópicos específicos de renovables. Hoy en día existe en cada estado una institución que imparte estos temas. Sin embargo, la mayoría de estas instituciones tienen un número reducido de personal académico capacitado que genere conocimiento en estas áreas. Por estas razones, podemos decir que la formación de personal idóneo en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado es una de las oportunidades que tiene el IER en el corto plazo. Para aprovechar esta oportunidad, en el IER participamos activamente en 4 posgrados: Ingeniería (Área de Conocimiento de Energía), Ciencias Físicas, Ciencia e Ingeniería en Materiales

y Ciencias de la Sostenibilidad; y tenemos a nuestro cargo la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables. Es importante hacer notar que algunas instituciones de educación superior se han acercado al IER para proponer licenciaturas y posgrados conjuntos en estas áreas.

Otro de los retos del IER es incrementar su colaboración con el sector empresarial e industrial del país. Es importante mencionar que el sector empresarial ha generado más empleos relacionados con las fuentes renovables de energía proyectados por el gobierno federal, incrementado drásticamente el número de plazas en las renovables.

En este tenor resulta relevante comentar que la industria mexicana, con excepción de la industria de calentamiento solar, en el rubro de energía renovable era prácticamente inexistente hace más de cinco años. Sin embargo, hoy podemos contar en el país con más de siete empresas armadoras de sistemas fotovoltaicos o de fabricación de aerogeneradores de baja potencia y con un número similar de empresas de ingeniería de biocombustibles. Además, la necesidad empresarial en diferentes sectores que desean utilizar a las fuentes renovables de energía en forma distribuida va en aumento, requiriendo asesoría para seleccionar las opciones tecnológicas adecuadas.

Estos aspectos amplían el área de posible influencia de la vinculación del IER con el sector privado, como ya se ha iniciado con la instalación de la Planta Deshidratadora de Chile en Zacatecas, los sistemas de calentamiento de agua y generación de electricidad en hoteles y hospitales ubicados en diferentes estados de la República.

## ■ **ESTATAL**

El entorno estatal es otro elemento importante en la elaboración del PDI del IER. En el contexto morelense, el sector científico, y en particular, el personal académico del IER ha logrado tener una presencia importante gracias a lo nutrido



y diverso de las actividades realizadas. Ejemplo de esto ha sido la colaboración para la instalación de sistemas de calentamiento y producción de electricidad en el Hotel Hostería Las Quintas y en el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, así como la asesoría para la implementación de estímulos fiscales para instalaciones de calentamiento de agua en hoteles y balnearios del estado. Además el IER es miembro de la Comisión Estatal de Energía (Morelos) cuyo compromiso es promover el ahorro y uso eficiente de la energía y las fuentes renovables.

La mejor organización y coordinación con las entidades de la UNAM en Morelos, sin duda fortalecerá su presencia e impacto en la región y en la solución de problemas locales.

## UNAM

La UNAM debe ser ejemplo para la sociedad en infinidad de acciones para el beneficio social, por ejemplo, su compromiso con la sustentabilidad es una de estas acciones. El PDI del IER toma en cuenta el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad propuesto por el Dr. Enrique Graue, en el que se integra la visión sustentable a sus tareas fundamentales, es decir, a la docencia, la investigación y la extensión de los beneficios de la cultura.

El documento refrenda el compromiso de la UNAM para desarrollar propuestas integrales para el cuidado del medio ambiente, mejorar la eficiencia energética y el desarrollo sustentable. De manera particular, uno de sus Programas Estratégicos se refiere a la Sostenibilidad, cuyas líneas de acción están dirigidas hacia la formulación de propuestas integrales para el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Ante esto el IER adquiere el compromiso de contribuir en el diseño de políticas institucionales orientadas a lograr una Universidad sustentable y reducir el impacto ambiental en la proyección, diseño y construcción de nuevas obras y edificios

universitarios. Si bien el IER ya cuenta con el Distintivo Ambiental UNAM Nivel Oro, el compromiso debe ser mantenido por la comunidad del IER y transmitido a otras entidades. En particular, la generación de indicadores sobre el uso eficiente de la energía y la proporción de generación distribuida con fuentes renovables es un punto a desarrollar en este plan.





# OBJETIVOS INSTITUCIONALES

Ante el entorno internacional, nacional, estatal y universitario en el que se desenvuelve, el Instituto de Energías Renovables adquiere de manera natural el objetivo y el compromiso de ser más eficiente para generar conocimiento de frontera; formar recursos humanos de calidad para resolver problemas energéticos en el marco del desarrollo sustentable; potenciar las capacidades en la difusión del conocimiento en energías renovables (ER); propiciar la germinación de industrias en áreas afines a las energías renovables; coadyuvar a la transformación de la UNAM en una universidad sustentable; e incidir en la formulación de normas y metodologías para la evaluación y aplicación de los recursos de energías renovables disponibles en el país.

Los objetivos específicos del IER incluyen:

- Realizar investigación científica y tecnológica sobre fenómenos, materiales, procesos, dispositivos y sistemas que aprovechen las fuentes renovables de energía y áreas afines, que impulsen el uso racional y eficiente de la energía y la protección al medio ambiente por la sociedad.
- Fomentar y llevar a cabo programas de enseñanza y capacitación de alta calidad en ciencia e ingeniería para

impulsar la formación de recursos humanos capaces de generar conocimiento y usar de manera inteligente y sustentable la energía, principalmente en energías renovables y áreas afines, con la visión de conservación y respeto al medio ambiente.

- Fomentar la innovación basada en ciencia y tecnología, la transferencia de tecnologías y la creación de empresas de base tecnológica relacionadas con el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y con el uso racional de los recursos energéticos para impulsar el desarrollo sustentable del país.
- Realizar difusión y divulgación sobre las energías renovables y áreas afines.
- Fomentar actividades de vinculación con organismos públicos, privados y sociales con el fin de incrementar la colaboración.
- Impulsar la colaboración con otras entidades académicas de la UNAM para hacer sinergia y generar conocimiento científico y tecnológico para el aprovechamiento integral de las fuentes renovables de energía.

# IV

## METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO

Para establecer el Plan Estratégico del Instituto (2017-2021) se reconoció la importancia de socializar la toma de decisiones del IER y contemplar las diferentes visiones de los académicos que integran la comunidad. Como primera acción, los CAAs convocaron a sesiones de trabajo para definir trayectorias en las áreas de efectividad. Con base en una visión integradora, flexible y promotora de la participación, los CAAs se enfocaron a la detección de hitos, y con ello se lograron definir proyectos estratégicos y establecer planes de trabajo que nos permitan alcanzar metas concretas en el corto plazo y, al mismo tiempo, habilitar logros en el largo plazo en las áreas de investigación, docencia y divulgación, y desarrollo tecnológico.

Se dio continuidad a los análisis presentados en el Plan de Desarrollo 2013-2017, especialmente en aspectos internos de efectividad, competitividad, tareas sustantivas, fuentes de financiamiento y decisiones que han impactado en mayor medida al Instituto. También se definieron los indicadores para medir el avance del Instituto, se establecieron metas claras, así como estrategias para eliminar obstáculos. Las estrategias definidas condujeron a establecer acciones clave para lograr el cumplimiento de los objetivos, y al mismo tiempo inclusión y corresponsabilidad de toda la comunidad académica.

Los académicos han coincidido que la fortaleza del IER radica en la investigación básica y aplicada con reconocimiento nacional e internacional que realiza, la infraestructura con la que cuenta para hacer investigación y desarrollo tecnológico, sus investigadores consolidados y con liderazgo científico reconocido a nivel nacional e internacional, su planta docente con personal académico altamente especializado y sus programas de posgrado consolidados con competencia nacional e internacional, que le dan acceso a programas de becas para la manutención de sus estudiantes.

La diversidad de disciplinas científicas y tecnológicas, especialidades y áreas de investigación del IER le han permitido formar recursos humanos en todos los niveles y en una gran diversidad de tópicos. Muchos de sus egresados son responsables de la apertura de líneas de investigación en un número importante de universidades estatales.

En lo relativo a ER, el liderazgo nacional del IER es en energía solar, almacenamiento de energía y energía geotérmica. Por ejemplo el Instituto lidera el Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (CeMIE-Sol) y la Red Temática de Energía Solar, además de participar en los CeMIE Eólico, Geotérmico, de Biocombustibles y Oceánico. En todos estos temas se cuenta con una amplia cartera de proyectos de investigación e innovación.

Otros aspectos favorables son los convenios de colaboración y su sólida vinculación nacional e internacional con el sector académico, gubernamental (tanto estatal como nacional) y empresarial. Lo que en forma integral le ha permitido participar en el establecimiento de políticas y normas en ER, eficiencia energética, ahorro de energía, entre otras.

Se reconoce como oportunidad la apertura de nuevas líneas de investigación en otras áreas de las ER. La consolidación en el corto plazo de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables, iniciada en agosto de 2011. Seguir ampliando y modernizando la oferta educativa, capacitación y asesoría en

ER mediante programas de Educación Continua y Educación a Distancia. Fortalecer las actividades de difusión y divulgación científica-tecnológica a través de la Unidad de Comunicación de la Ciencia (UCC). Incrementar la infraestructura y áreas de trabajo del Instituto.

Como debilidades del IER se reconoce que hay pocos desarrollos tecnológicos a ofrecer con precios competitivos, déficit de patentes adecuadas para su explotación actual, incipiente cultura de la protección de propiedad intelectual, poca experiencia en algunas de las áreas de ER y un relativamente reducido número de académicos.

Como amenazas, se perciben el resurgimiento de la industria de los hidrocarburos, los cambios acelerados en las tecnologías de ER que le resten pertinencia al IER, la competencia internacional fuerte y la oferta educativa de calidad en otras instituciones nacionales.

# V

## OBJETIVOS DE LA GESTIÓN ACTUAL

1. Mantener la pertinencia del IER en el ámbito de las ER, por la generación de nuevo conocimiento de relevancia nacional e internacional avalado por productos primarios citados en revistas de prestigio, que impacten de manera positiva el reconocimiento y proyección de la institución.
2. Fortalecer la oferta educativa y la formación de especialistas altamente demandados en sus áreas de formación, que contribuyan a la generación de conocimiento y solución de problemas nacionales.
3. Impulsar el desarrollo de tecnologías energéticas sostenibles, de beneficio al sector empresarial y social, mediante el fomento de la cultura de la innovación y protección intelectual.
4. Fomentar una cultura que garantice el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos, mediante estrategias de difusión, divulgación, promoción y vinculación que impacten en el aprovechamiento de las ER, así como en el desarrollo independiente de las industrias y comunidades locales.
5. Convertir al IER en un ejemplo de sustentabilidad mediante la incorporación de buenas prácticas en la adquisición y uso de los insumos, manejo de residuos, y apropiación de tecnologías de ER.



6. Coadyuvar a la implementación de soluciones sustentables, particularmente en el ámbito estatal, mediante la vinculación con los sectores gubernamentales e industriales, promoviendo la responsabilidad en el uso racional y eficiente de los recursos naturales.

7. Impulsar nuevas áreas de investigación y consolidar la estructura organizativa en red para responder a los indicadores y metas comprometidas, así como la gestión de los recursos necesarios.

# VI

## PLAN ESTRATÉGICO DEL IER 2017-2021

En esta sección describiremos cada una de las 5 Áreas de Efectividad consensadas por la comunidad académica en el período anterior y reformuladas por las Unidades de Planeación definidas en nuestro Reglamento Interno, los CAAs: Nuevos conocimientos, Egresados de excelencia, Nuevos desarrollos tecnológicos, Posicionamiento de las ER en la sociedad e Instituto Sustentable. También se presentan los proyectos y acciones claves comprometidos para su desarrollo.

### ■ **ÁREA DE EFECTIVIDAD: Nuevos Conocimientos**

Esta área de efectividad se refiere a identificar y desarrollar áreas científicas y tecnológicas de relevancia internacional y pertinencia nacional en los tópicos de energías renovables y áreas afines. Se reconoce la necesidad de fortalecer las líneas de investigación que actualmente se cultivan para incrementar el reconocimiento nacional e internacional por la generación, impacto y valor de los productos de investigación generados, así como impulsar las líneas incipientes.

Los proyectos, indicadores, metas, objetivos, estrategias y acciones específicas comprometidas para impulsar la investigación multidisciplinaria e interdisciplinaria que atienda a los retos científicos y tecnológicos vigentes son:

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Nuevos Conocimientos	a) No. de artículos internacionales indizados per cápita por año	Incrementar la producción promedio del IER a 2.2 artículos /inv/ año	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impulsar proyectos de investigación básica y aplicada en energías renovables y áreas afines en la frontera del conocimiento</li> <li>2. Fomentar la interacción multidisciplinaria entre académicos del IER y la colaboración internacional con colegas de reconocido prestigio</li> <li>3. Propiciar la retroalimentación entre pares</li> <li>4. Gestionar talleres de estructuración y redacción de productos de investigación</li> <li>5. Establecer el "Programa de incorporación temprana de investigación" para la LIER</li> </ol>

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Nuevos Conocimientos	b) No. de citas per cápita por año	Incrementar en un 35% el número de citas totales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar criterios mixtos en la evaluación del prestigio de la revista</li> <li>2. Fomentar la publicación de artículos sobre temáticas de investigación controversiales y en la frontera del conocimiento</li> <li>3. Difundir paralelamente los productos de investigación</li> </ol>
	c) Factor "h" institucional	Incrementar el factor "h" del IER en 15	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiciar el trabajo colaborativo mediante la estructura en red actual</li> <li>2. Fomentar las publicaciones de alto impacto seleccionando adecuadamente las revistas</li> <li>3. Gestionar talleres de estructuración y redacción de productos de investigación</li> </ol>



Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Nuevos Conocimientos	d) Número de nuevas líneas de investigación	4 proyectos en nuevas líneas de investigación  4 artículos publicados en nuevas líneas de investigación	1. Gestionar la realización del foro interno "Perspectivas de Investigación en Energías Renovables (PIER)" 2. Propiciar encuentros temáticos anuales 3. Impulsar las propuestas de proyectos en las nuevas líneas de investigación 4. Gestionar recursos para asistencia a congresos internacionales en nuevas temáticas
	e) Nueva infraestructura y académicos en nuevas temáticas	4 académicos en nuevas líneas de investigación contratados	1. Propiciar proyectos de infraestructura colaborativos entre grupos de trabajo 2. Fomentar las solicitudes de proyectos de investigación en diferentes convocatorias 3. Fomentar los proyectos de Cátedras CONACYT

## PROYECTOS Y ACCIONES CLAVES

- a) Número de artículos internacionales indizados per cápita por año

Como una primera estrategia se propone impulsar proyectos de investigación básica y aplicada en energías renovables y áreas afines en la frontera del conocimiento, esto promueve una mayor participación colegiada y colectiva en convocatorias nacionales e internacionales y diversifica los fondos o patrocinios de investigación.

Para fomentar la interacción multidisciplinaria entre académicos del IER y sus colegas internacionales, el número de artículos de interés internacional y el índice de aceptación de artículos, se propone propiciar la retroalimentación entre pares (arbitraje interno), a partir de mecanismos de evaluación e incentivos que ayuden a promover esta actividad. Así como la gestión de talleres de estructuración y redacción de productos de investigación para académicos jóvenes y estudiantes.

Establecer el “Programa de incorporación temprana de investigación” para la LIER, que permitirá formar a estudiantes desde la licenciatura en las tareas de investigación y su participación en la generación de productos de investigación.

- b) Número de citas per cápita por año

La estrategia para aumentar en un 35% el número de citas per cápita por año consiste en implementar criterios mixtos para seleccionar las revistas en donde se publicarán, así como la evaluación de su prestigio científico.

Por otro lado, para fomentar la publicación de artículos sobre temáticas de investigación controversiales y en la frontera del conocimiento se requieren tomar acciones específicas de monitoreo y observancia científica y tecnológica de las temáticas que competen al IER.

En cuanto a la difusión paralela de los productos de investigación del IER, es pertinente llevar a cabo una selección adecuada de palabras claves y utilizar la página web, las redes sociales institucionales y las redes nacionales e internacionales para difundir los artículos de investigación.

#### ■ c) Factor “h” institucional

Para incrementar el factor “h” institucional en los próximos 4 años se requiere propiciar el trabajo colaborativo mediante la estructura en red actual y abordar tópicos de investigación multidisciplinarios. También se fomentará la citación de artículos de colegas del IER cuando sea pertinente mediante la realización de foros, como el PIER. Para lograr tener publicaciones de alta relevancia se fomentará que los académicos publiquen libros y artículos de revisión o reseñas, así como resúmenes de mejor calidad para mejorar la visibilidad. Asimismo, la promoción del trabajo de investigación que se realiza en el IER requiere de la participación en congresos de prestigio, colaboración en la edición de volúmenes especiales y difusión en redes sociales y científicas.

Hemos detectado que la calidad en la comunicación de nuestros trabajos científicos es de vital importancia para que estos sean reconocidos y citados en la literatura científica; por esta razón, es necesario gestionar talleres de estructuración y redacción de productos de investigación para académicos y estudiantes.

#### ■ d) Número de nuevas líneas de investigación

En un contexto cambiante como la investigación de frontera en áreas de energías renovables es necesario revisar cotidianamente las posibilidades y retos en la generación de conocimiento. Así, se considera importante gestionar la realización del foro interno “Perspectivas de Investigación en Energías Renovables (PIER)”, donde participan todos los académicos del Instituto guiados por el CAAI. La definición de nuevas líneas de investigación se construirán naturalmente

después de encuentros temáticos donde se descubran los nuevos retos que estén a nuestro alcance. De esta manera, surgirán nuevos proyectos colaborativos con sus correspondientes requisitos de personal e infraestructura. La vigilancia del entorno internacional mediante la asistencia a congresos internacionales ayudará a definir nuevas temáticas.

■ e) Nueva infraestructura y académicos en nuevas temáticas

Como un producto alternativo de la anterior estrategia, se definirán las necesidades tanto de infraestructura como de personal académico que atiendan a las nuevas temáticas de investigación. Para lograr la adecuada incorporación de académicos se requiere propiciar la elaboración de proyectos de infraestructura colaborativos entre grupos de trabajo que deberán ser sometidos a diferentes convocatorias para conseguir los recursos necesarios. Una estrategia en este sentido que ha probado ser exitosa ha sido la de someter proyectos de Cátedras CONACyT, por lo tanto se considera necesario continuar con ella.

■ **ÁREA DE EFECTIVIDAD: Egresados de Excelencia**

Uno de los objetivos del IER es formar estudiantes de excelencia en el área de energías renovables, que gracias a sus habilidades y conocimientos adquiridos puedan insertarse en la academia e industria, para seguir contribuyendo al desarrollo tecnológico y económico del país.

El IER podrá satisfacer la demanda de profesionales mediante: (i) programas de calidad de Posgrado y Licenciatura en sus diferentes modalidades (presencial, a distancia o mixta); (ii) programas de educación continua y capacitación, y (iii) la modernización y ampliación de la infraestructura de información y comunicación, incluyendo la infraestructura básica para educación a distancia.



Hoy en día somos reconocidos como la UER-CLAF, en este período debemos consolidar este reconocimiento.

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Egresados de excelencia	a) Porcentaje de egresados empleados en sus áreas de formación	Lograr que el 80% de los egresados se encuentren empleados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer un mecanismo de seguimiento de egresados</li> <li>2. Fomentar la creación de la Sociedad de Ex Alumnos del IER</li> <li>3. Generar mayor vinculación con los sectores demandantes de personal especializado en ER</li> </ol>
	b) Porcentaje de egresados que participan en productos primarios	Incrementar en 5%	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar en los estudiantes la cultura de comunicación de los resultados de investigación en foros internacionales</li> <li>2. Gestionar talleres de redacción técnica en español e inglés y sobre propiedad intelectual</li> </ol>

## PROYECTOS Y ACCIONES CLAVES

- a) Porcentaje de egresados empleados en sus áreas de formación

Una de las estrategias del IER para lograr que en el 2021 el 80% de los egresados tengan empleo en sus áreas de formación, será la vinculación con los sectores demandantes de personal especializado en ER. Para afianzar esta relación,

el Instituto debe promover estancias y servicio social en la industria y academia. Mediante la Sociedad de Ex Alumnos del IER se implementará un programa de seguimiento de egresados para caracterizar los nichos de empleo y propiciar actitudes altruistas.

■ b) Porcentaje de egresados que participan en productos primarios

Para incrementar el porcentaje de estudiantes en productos primarios es importante fomentar en ellos la cultura de comunicación de los resultados de investigación en foros internacionales, como revistas científicas, congresos, reuniones, seminarios, estancias, etc; donde tengan la oportunidad de discutir sus resultados con críticas del más alto nivel.

Se ha observado que una de las limitantes para conseguir la participación de estudiantes en productos primarios está relacionada con su dominio de redacción y conocimiento de la forma de presentar artículos de investigación, trabajos en congresos internacionales, solicitudes de patentes, registros de propiedad intelectual, etc. Por esta razón, es necesario gestionar talleres de redacción técnica en español e inglés, sobre propiedad intelectual y preparación de artículos para revistas internacionales indizadas. Con estas acciones se pretende lograr un incremento del 5% para el 2021 en el porcentaje de egresados que participan en productos primarios de investigación.

■ **ÁREA DE EFECTIVIDAD: Nuevos desarrollos tecnológicos**

Esta tercer área de efectividad se refiere al esfuerzo institucional para mejorar la capacidad de innovar y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Así el IER continuará siendo referente nacional y aumentará su visibilidad internacional en aspectos de propiedad industrial e intelectual. El IER utilizará su liderazgo en el CeMIE-Sol y en la Red Temática de Energía Solar de CONACyT para acrecentar el contacto con

empresas del ramo. Asimismo, el IER coadyuvará a que sus académicos hagan sinergias con grupos nacionales e internacionales mediante megaproyectos, proyectos de innovación y sustentabilidad energética, para facilitar el desarrollo tecnológico en el corto plazo.

Los indicadores, metas y estrategias para impulsar la efectividad del programa de desarrollos tecnológicos son:

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Nuevos desarrollos tecnológicos	a) No. de proyectos vigentes en el año realizados en colaboración con otras instituciones	12 proyectos	1. Vigilar a los emisores de convocatorias para proyectos de investigación 2. Gestionar talleres para la elaboración de solicitudes de proyectos de innovación tecnológica
	b) No. de productos de propiedad industrial registrados ante el IMPI por año	12 productos registrados	1. Gestionar talleres de patentamiento 2. Gestionar talleres para definir niveles de madurez tecnológica y potencial comercial 3. Promover las asesorías del CAAT para detección de invenciones y elaboración de proyectos

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Nuevos desarrollos tecnológicos	c) No. de productos de propiedad intelectual registrados en INDAUTOR por año	30 productos registrados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestionar talleres de registro de derechos de autor</li> <li>2. Promover las asesorías del CAAT para detección de productos susceptibles de ser registrados por derechos de autor</li> </ol>
	d) Monto de ingresos por proyectos de desarrollos tecnológicos (DT), servicios y asesorías en el presupuesto total por año	Generar el 2% del presupuesto que recibimos de la UNAM en promedio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promover el catálogo de servicios y asesorías del IER en espacios empresariales</li> <li>2. Gestionar talleres de patentamiento</li> <li>3. Gestionar talleres para definir niveles de madurez tecnológica y potencial comercial</li> <li>4. Promover las asesorías para detección de invenciones y elaboración de proyectos</li> <li>5. Gestionar talleres para la elaboración de solicitudes de proyectos de innovación tecnológica</li> <li>6. Promover la interacción con el sector empresarial</li> </ol>



## PROYECTOS Y ACCIONES CLAVES

- a) Número de proyectos vigentes en el año realizados en colaboración con otras instituciones

Una acción clave para el IER es la colaboración con otras instituciones para la formulación de proyectos de innovación basados en conocimiento científico que permitan lograr una ventaja competitiva en el mercado. Para consolidar 12 proyectos colaborativos al 2021 se requiere vigilar a los emisores de convocatorias de proyectos de investigación, por ejemplo CONACyT y SENER, con objeto de detectar oportunidades que no se aprovechan actualmente. Además de lo anterior se gestionarán talleres, dirigidos a estudiantes y académicos, para elaborar propuestas que cumplan de mejor manera con los requerimientos de las convocatorias y así aumentar el número de solicitudes aprobadas.

- b) Número de productos de propiedad industrial registrados ante el IMPI por año

Para aumentar el número de productos de propiedad intelectual del IER es necesario promover la cultura de patentamiento en la comunidad académica y estudiantil. Se propone gestionar talleres para la elaboración de solicitudes de patentes y para definir niveles de madurez tecnológica y potencial comercial de las invenciones, ya que se detecta como una barrera la falta de conocimiento sobre los requisitos para que una invención sea patentable y sobre el proceso mismo de patentamiento. Otra estrategia para alcanzar la meta de contar con 12 productos registrados al 2021 es promover asesorías por parte del CAAT para identificar posibles invenciones y el desarrollo de nuevos proyectos.

- c) Número de productos de propiedad intelectual registrados en INDAUTOR por año

La estrategia para registrar 30 productos ante el INDAUTOR al finalizar el período, consiste en gestionar talleres de regis-

tro de derechos de autor, para concientizar a académicos y estudiantes sobre la importancia de registrar sus creaciones y aumentar el conocimiento sobre los requerimientos para dicho proceso. Además de lo anterior, promover asesorías para detectar oportunamente productos que sean susceptibles de ser registrados.

- d) Monto de ingresos por proyectos de desarrollos tecnológicos (DT), servicios y asesorías en el presupuesto total por año

Para lograr que al 2021 el IER genere el equivalente al 2% del presupuesto que recibe por parte de la UNAM, a partir de la transferencia de desarrollos tecnológicos, servicios y asesorías, se tienen como estrategias: promover en espacios empresariales (foros, exposiciones, convenciones, reuniones de trabajo, etc.) el catálogo de servicios y asesorías que oferta el IER; gestionar talleres de patentamiento, talleres para definir niveles de madurez tecnológica y potencial comercial de las invenciones. Así como promover asesorías para elaborar solicitudes de proyectos de innovación tecnológica, detectar invenciones y la interacción con el sector empresarial.

## ■ **ÁREA DE EFECTIVIDAD: Posicionamiento de las ER en la Sociedad**

Esta cuarta área de efectividad tiene como objetivo lograr un mayor involucramiento de la sociedad con las energías renovables, así como con la eficiencia y sustentabilidad energética. Se busca contribuir a que la sociedad comprenda los beneficios de la ER y las incorpore a su vida diaria, para lo cual, la difusión y divulgación son estrategias fundamentales. En ese mismo tenor, se requiere un diálogo constante con autoridades de los diferentes niveles de gobierno, para contribuir al diseño de políticas públicas que fomenten el aprovechamiento de las ER. En particular, se busca impactar en la elaboración de normas y en programas nacionales de aprovechamiento de las ER, así como en el desarrollo independiente

de las industrias y comunidades locales. Finalmente, resulta fundamental el fortalecimiento de la vinculación empresarial, con el objetivo de ofrecer servicios y consultorías en el sector de las energías renovables.

Los indicadores, metas y estrategias para impulsar el programa de posicionamiento de las ER en la sociedad son:

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Posicionamiento de las ER en la sociedad	a) No. de productos de divulgación en medios por investigador	Aumentar en 100% el promedio de los últimos 4 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revalorar la importancia de los productos de divulgación en las evaluaciones académicas</li> <li>2. Gestionar cursos para capacitar al personal académico y estudiantes en labores de divulgación</li> <li>3. Promover la participación del personal académico y estudiantes en medios de comunicación</li> </ol>
	b) No. de consultorías y asesorías pagadas (públicas/privadas) por año	40 consultorías y asesorías pagadas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promover la cultura de ofrecer consultorías y asesorías entre los académicos</li> <li>2. Difundir el catálogo de consultorías y asesorías del IER</li> </ol>
	c) No. de convenios de colaboración para asesoría en el uso y aplicación de ER	12 convenios de colaboración	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiciar la interacción con el sector gubernamental y empresarial</li> <li>2. Promover el catálogo de consultorías y asesorías del IER</li> </ol>

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Posicionamiento de las ER en la sociedad	d) No. de participaciones en la elaboración de normatividad/No. normas elaboradas en México en temas ER, EE y SE por año	Aumentar en un 50% la participación de los académicos en políticas públicas	1. Promover la interacción con las entidades gubernamentales encargadas de elaborar normas mexicanas 2. Promover el catálogo de áreas de expertiz del IER
	e) No. de impacto en redes sociales	Aumentar los indicadores de la información difundida sobre ER	1. Generar información de interés y en formato adecuado para las redes sociales
	f) No. de Bases de Colaboración con otras entidades de la UNAM	8 bases de colaboración	1. Propiciar la interacción con otras entidades de la UNAM 2. Promover la oferta académica y de infraestructura del IER

## PROYECTOS Y ACCIONES CLAVES

- a) Número de productos de divulgación en medios por investigador

Para aumentar el número de productos de divulgación en medios se requiere ante todo de una revalorización de la importancia de estos en las evaluaciones académicas que realizan los cuerpos colegiados de la UNAM. Esta es una tarea que se debe comenzar internamente en el Instituto, pero



también se debe promover hacia las instancias superiores. A la vez, se debe propiciar una mejora de la calidad de dichos productos y una concientización sobre la importancia de compartir el conocimiento. Para esto se propone la gestión de cursos en labores de divulgación enfocados a académicos y estudiantes. Otra estrategia para aumentar la cantidad de productos de divulgación consiste en promover su participación en medios de comunicación.

■ b) Número de consultorías y asesorías pagadas (públicas/privadas) por año

Una herramienta para mejorar el posicionamiento de las ER en la sociedad es brindar consultorías y asesorías. De este modo se puede ofrecer información de primera mano y de alta calidad, para que las decisiones de las empresas resulten en proyectos que sean casos de éxito de implementación de las ER, así como del ahorro y uso eficiente de la energía. Para aumentar el número de asesorías y consultorías se requiere fomentar en el personal académico la cultura de ofrecer estos servicios y de que los mismos se hagan a través de la Universidad. Para ello es necesario trabajar para que los cuerpos colegiados reconozcan esta actividad. También se requiere difundir el catálogo de servicios de consultoría y asesoría del IER en diversos eventos.

■ c) Número de convenios de colaboración para asesoría en el uso y aplicación de ER

Para impulsar el uso y aplicación de las ER es muy importante establecer asociaciones estratégicas con actores clave de los sectores gubernamental y empresarial, mediante convenios de colaboración. En este sentido la meta para el 2021 es contar con 12 convenios de este tipo, para lo cual se debe propiciar la interacción de los académicos con dichos sectores. Promover el catálogo de consultorías y asesorías que ofrece el IER también es un medio para incrementar el interés por llevar a cabo este tipo de convenios con empresas y entidades de gobierno.

- d) Número de participaciones en la elaboración de normatividad/No. normas elaboradas en México en temas ER, EE y SE por año

El desarrollo de normas bien diseñadas e instrumentadas es de vital importancia para transitar hacia una economía con impulso desde las fuentes de energías renovables y el IER puede jugar un papel muy importante en dicha actividad; por ello se establece como meta aumentar en un 50% la participación de académicos en la elaboración de normativas nacionales en temas de ER, EE y SE. Para alcanzar la meta es importante promover la interacción con las entidades gubernamentales encargadas de elaborar normas mexicanas, así como promover el catálogo de áreas de expertiz del IER.

- e) Número de impacto en redes sociales

Reconociendo que las redes sociales, además de ser un medio de contacto y transmisión de información, se han convertido en una plataforma excepcional de promoción y publicidad se considera importante mejorar los indicadores de la información difundida sobre ER en estos medios. Para esto se necesita traducir la información generada por los académicos a un formato más atractivo y adecuado para difundirla en las cuentas de redes sociales del Instituto, así como también motivar a los académicos a hacerlo en sus propias cuentas.

- f) Número de Bases de Colaboración con otras entidades de la UNAM

El IER debe desempeñar una función de liderazgo como promotor de las ER, la eficiencia y la sustentabilidad energética al interior de la UNAM. Para fomentar acciones institucionales orientadas a lograr una Universidad sustentable y contribuir en la formación de recursos humanos especializados en ER y áreas afines, se incrementará la interacción con otras entidades de la UNAM y la promoción de la oferta académica y de infraestructura del IER. Con este objeto, se establece como meta firmar 8 Bases de Colaboración al 2021.

## ÁREA DE EFECTIVIDAD: Instituto Sustentable

Para el IER esta área de efectividad se refiere a sumar esfuerzos, promover y poner en práctica acciones de trabajo que contribuyan al bienestar de la sociedad actual sin afectar a generaciones futuras. Esto es, promover estrategias internas para la utilización y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y la no dependencia a las energías convencionales. En ese sentido, el IER pretende ser ejemplo de sustentabilidad y vanguardia dentro y fuera de la UNAM, y conservar el Distintivo Ambiental Nivel Oro. Así, se busca permear a todas las actividades del IER el compromiso con el desarrollo sustentable.

Los proyectos, indicadores, metas, estrategias y acciones claves para lograrlo son:

Área de efectividad	Indicador	Meta (2021)	Estrategia
Instituto sustentable	a) Porcentaje de energía anual generada por fuentes renovables en el IER	Generar el 35% de la energía eléctrica consumida en el IER a partir de fuentes renovables	1. Gestionar proyectos que permitan incrementar la utilización de ER en el IER 2. Realizar auditorías energéticas en el Instituto, e implementar medidas de ahorro
	b) Consumo de energía anual por ocupante en áreas de oficinas, cubículos y aulas monitoreadas	Reducción en un 5%	1. Realizar campañas para promover el uso eficiente de energía en el IER 2. Construcción de edificios con diseño bioclimático y/o adaptación de la infraestructura existente

## PROYECTOS Y ACCIONES CLAVES

- a) Porcentaje de energía anual generada por fuentes renovables en el IER

El IER tiene como meta alcanzar el 35% del uso de energía eléctrica generada por fuentes renovables al 2021. Una de las estrategias para conseguir la meta consiste en gestionar proyectos que permitan incrementar la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red para generar parte de la energía eléctrica que el IER utiliza. Al mismo tiempo, es importante hacer un uso más racional de la energía, lo cual requiere llevar a cabo auditorías energéticas para diagnosticar el consumo e implementar medidas de ahorro; entre ellas una campaña de concientización sobre el uso adecuado de la energía.

- b) Consumo de energía anual por ocupante en áreas de oficinas, cubículos y aulas monitoreadas

Fomentar un uso eficiente de la energía en la comunidad del IER es una acción clave para consolidarnos como un instituto sustentable. La meta es reducir en un 5 % el consumo de energía anual por ocupante en áreas de oficinas, cubículos y aulas monitoreadas. Aquí también serán importantes las campañas de concientización sobre el uso adecuado de la energía en los espacios de trabajo. Otra estrategia es la construcción de edificios con diseño bioclimático y/o adaptación de la infraestructura existente para reducir el consumo.

# REFERENCIAS

1. Plan de Desarrollo Institucional 2013-2017 (<http://xml.ier.unam.mx/xml/dir/informes/>).
2. Plan de Desarrollo Institucional de la UNAM 2015-2019 (<http://www.rector.unam.mx/doctos/PDI-2015-2019.pdf>)
3. Legislación Universitaria (<http://www.dgelu.unam.mx/o1.htm>)
4. Aprobación del Reglamento Interno del Instituto de Energías Renovables mediante el cual se modifica parcialmente la estructura académica-administrativa contemplada en el CIE-UNAM y que dio origen al actual Instituto (<http://xml.cie.unam.mx/xml/sacad/Reglamento-Interno-IER-UNAM.pdf>)
5. Agenda para el Desarrollo Sostenible (<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>)
6. Objetivos del Desarrollo Sostenible (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>)
7. Unidad de Energías Renovables del Centro Latinoamericano de Física (UER-CLAF) (<http://www.cinu.mx/noticias/mundial/unidad-de-energias-renovables/>)
8. Fondo de Sustentabilidad Energética (<http://sustentabilidad.energia.gob.mx/portal/DefaultS.aspx?id=2445>)
9. Convocatorias del Fondo Sectorial CONACyT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética (<https://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica>)
10. FORDECYT 190603: Estudio Sobre El Uso De La Energía Solar En Aplicaciones Residenciales, Industriales Y Comerciales En Diferentes Estados Del País (<http://www.fordecyt.ier.unam.mx/>)
11. Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (<http://www.cemiesol.mx/home/>)
12. Red Temática de Energía Solar (<http://redsolar.org/>)
13. Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (<http://www.lier.unam.mx/>)

# ANEXO:

Elementos para el diagnóstico

## ■ 1. PERSONAL ACADÉMICO

En 2016 la comunidad del IER quedó integrada por 72 académicos (44 investigadores, 23 técnicos, 4 jóvenes investigadores con convenio de Cátedras del CONACyT y un académico con cambio de adscripción temporal). La Figura 1 muestra la evolución del personal académico durante el período 1997-2016, donde se toman los datos del Centro de Investigación en Energía de 1997 a 2012.

# Personal Académico 1997-2016

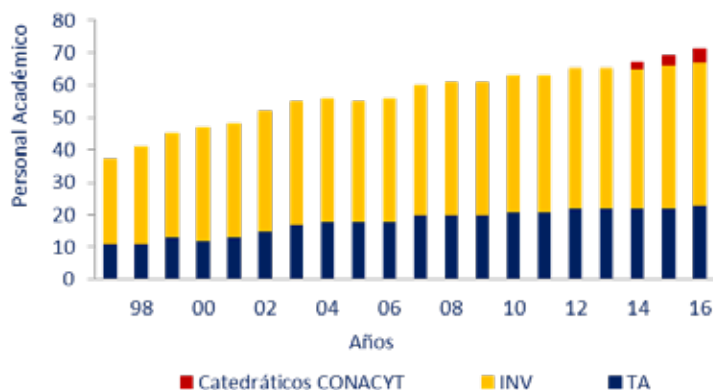


Figura 1. Evolución del personal académico de 1997 al 2016, considerando los Catedráticos CONACYT.

El 95% de los investigadores pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y están distribuidos de la siguiente forma: 45% tiene el nivel III, 26% el II y 29% el I. En total tenemos 51 académicos en el SNI, tres son técnicos académicos y dos son jóvenes catedráticos (ver Figura 2).

# Sistema Nacional de Investigadores 2016

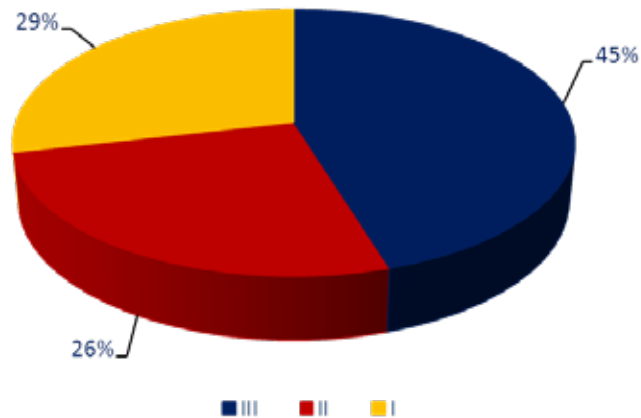


Figura 2. Distribución de los niveles de los investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Actualmente todo el personal académico ha sido reconocido por el programa PRIDE con la siguiente distribución: 43% tiene el nivel "D", 42% nivel "C" y el 15% "B" (ver Figura 3).



# PRIDE Personal Académico 2016

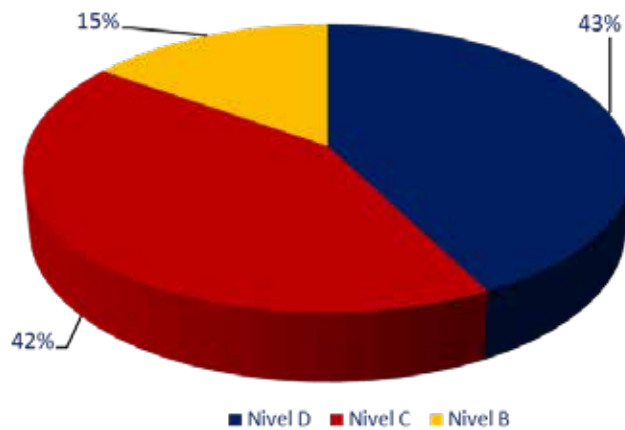


Figura 3. Distribución del personal académico en el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE).

En relación a los indicadores del IER con perspectiva de género, las siguientes gráficas muestran la distribución en diferentes áreas. De manera general, tanto en investigadores como en técnicos la mayoría son varones (ver Figura 4).

# Distribución por categoría de género 2016

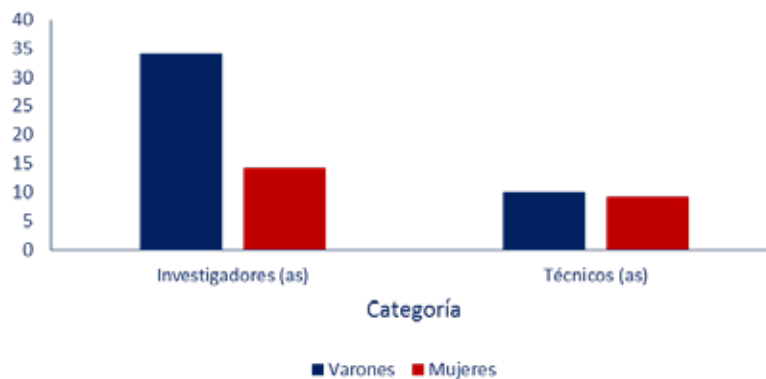
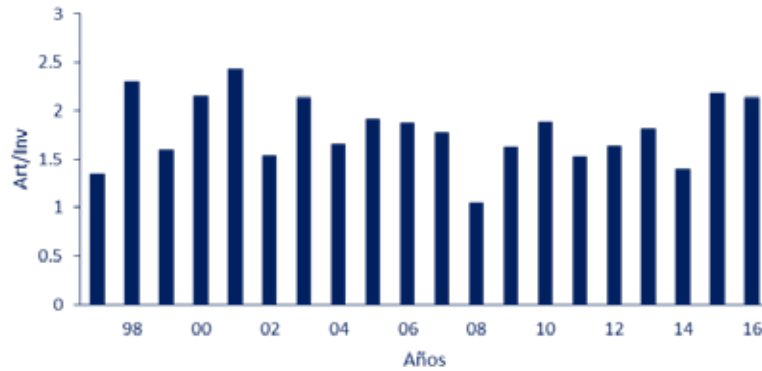


Figura 4. Distribución del personal académico por género en las diferentes categorías.

## 2. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En el 2016 el promedio de artículos por investigador en revistas con factor de impacto del *Science Citation Index* (SCI) fue de 2.11, superando la meta institucional para el 2017. Este indicador en los últimos dos años está ligeramente por arriba de 2.0 (ver Figura 5).

# Publicaciones indizadas 2016



Artículos publicados en revistas con factor de impacto (f)

Figura 5. Evolución de los artículos por investigador publicados en revistas indizadas por el *Web of Science* (WoS) durante el período 1997 - 2016.

## 3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

La Figura 6 muestra la evolución de los proyectos de investigación en donde se observa la fuente de financiamiento: 34 CONACyT, 22 DGAPA-UNAM.

# Proyectos de investigación (2000 - 2016)

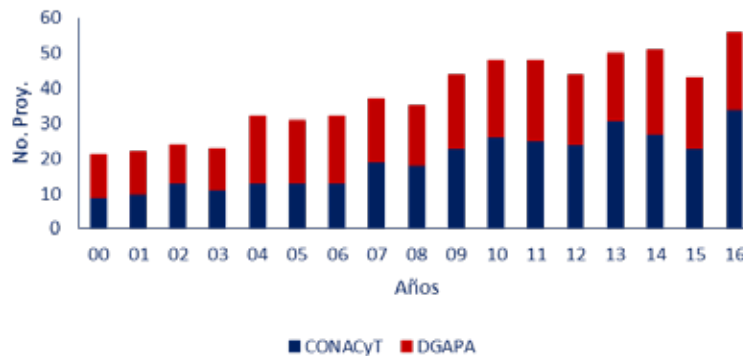


Figura 6. Evolución del número de proyectos y su fuente de financiamiento durante el período 2000-2016.

## 4. DOCENCIA Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El IER colabora como entidad académica participante en el Posgrado de Ingeniería (área de conocimiento de Energía), en el Posgrado en Ciencias Físicas, en el Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales y en el Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad. Además, un gran número de los investigadores del IER colaboran mediante convenios como profesores, tutores y/o sinodales en otros Posgrados, entre los cuales destacan:

- Los Campos de Conocimiento de Sistemas y Mecánica, del Posgrado en Ingeniería, y el Posgrado de Ciencias de la Tierra, ambos de la UNAM.
- El Posgrado de Materiales, del Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV).
- El Posgrado de Ingeniería del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET).
- Los Posgrados de Ingeniería del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp), de la Universidad

Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y del Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ).

Durante el año 2016, la Coordinación Académica del Posgrado tuvo registrados un total de 192 alumnos: 89 estudiantes de maestría y 103 de doctorado. Se tuvo una admisión de 19 estudiantes de Maestría y 11 estudiantes de Doctorado al Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería (Área de Conocimiento de Energía). Se impartieron un total de 135 cursos (46 asignaturas frente a grupo, 54 de proyectos de investigación, 11 sesiones de tutoría y 24 actividades orientadas a la graduación). Se concluyeron 25 tesis de maestría y 13 de doctorado. Los estudiantes de posgrado participaron en artículos publicados en revistas internacionales con arbitraje, incluidas en el *Science Citation Index (SCI)*, así como en congresos internacionales.

El IER es la entidad responsable, junto con el Instituto de Ingeniería (II), de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER), creada en 2011. Actualmente cuenta con 104 estudiantes distribuidos en 5 generaciones.

Los académicos del IER son los que mayoritariamente imparten los cursos de la LIER y además están vinculados con otras instituciones. En el 2016 la Coordinación de Docencia registró 272 estudiantes, de los cuales 104 están inscritos en la LIER y 168 realizaron diferentes actividades (estancias de investigación, residencias profesionales, tesis de licenciatura, prácticas profesionales, servicio social y estadías).

En el 2016 se titularon 30 estudiantes; es importante señalar que 2 de esos estudiantes son egresados de la LIER y que el primer graduado recibió el Reconocimiento al Mérito Estatal en la categoría de Tesis de Licenciatura.

Las siguientes gráficas reportan el número de tesis concluidas en el período 1997 - 2016 y el número de cursos impartidos por investigador.

# Tesis concluidas 1997 - 2016

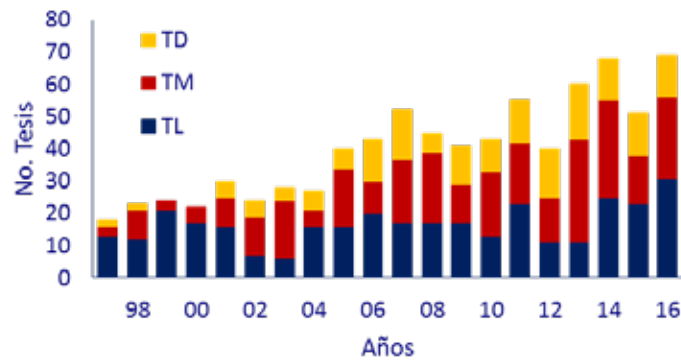


Figura 7. Número de tesis concluidas de 1997 al 2016.

# Cursos por investigador 2000 - 2016

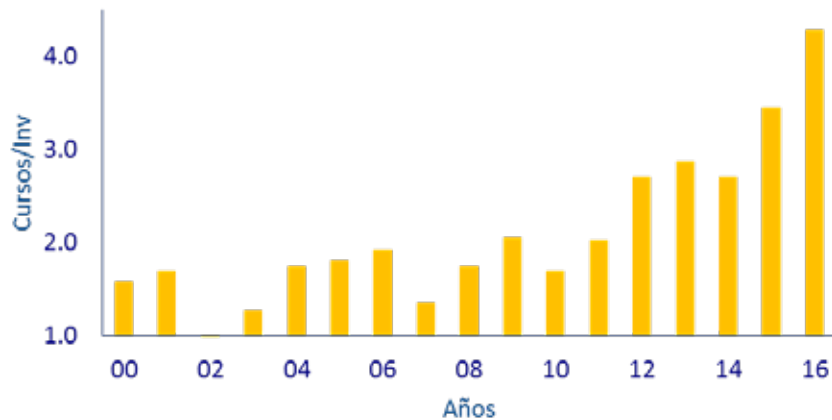


Figura 8. Evolución de los cursos impartidos por los investigadores en el período 2000 - 2016.

## 5. VINCULACIÓN

Del total de los convenios con los que cuenta el IER, la mayoría son de colaboración; solo el 28 % cuenta con recursos extraordinarios, de estos 11% provienen del CeMIE-Sol.<sup>1</sup>

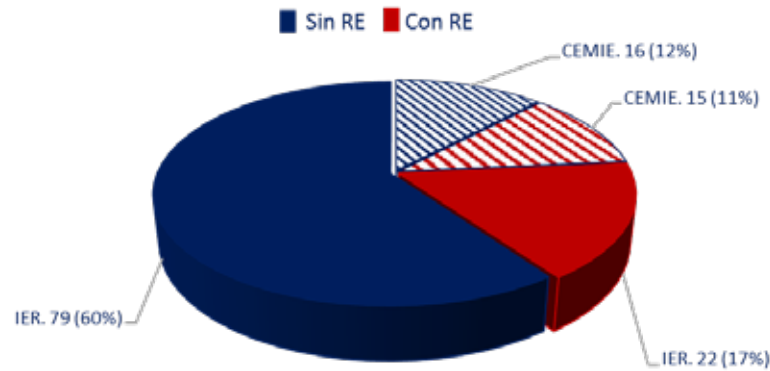


Figura 9. Origen de los recursos de los convenios del IER durante 2016.

La Figura 10 muestra el tipo de convenios que se tienen establecidos; el 63% corresponde a convenios académicos (universidades, tecnológicos, etc.), el 25% a empresas privadas y el 12% a organismos gubernamentales (FORDECYT-Estados de Morelos, Sonora y Zacatecas). En esta distribución los convenios del CeMIE-Sol son en su mayoría académicos y solo un porcentaje menor es con empresas privadas.

<sup>1</sup> El Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (CeMIE-Sol), es un esfuerzo colaborativo de 85 instituciones para generar innovación en aspectos de la energía solar

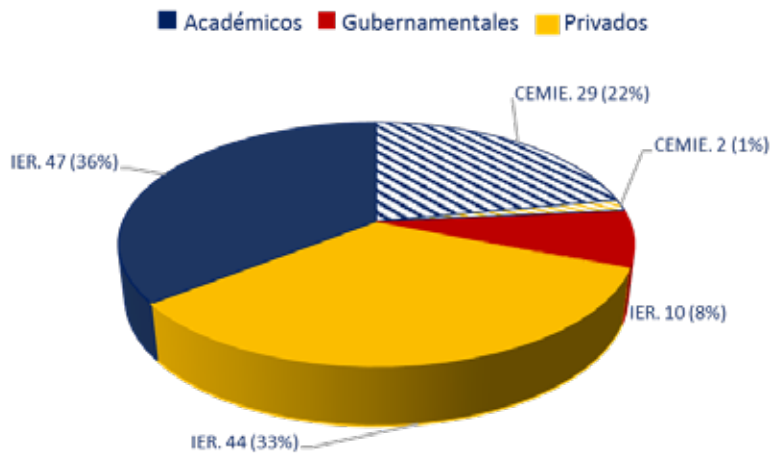


Figura 10. Tipos de convenios del IER en 2016.

El detalle de los convenios vigentes al 2016 se da a continuación. Por las características propias de los CeMIEs, todos los convenios del CeMIE-Sol pertenecen al ámbito nacional. El IER, en cambio, muestra un porcentaje importante de convenios internacionales con instituciones académicas (8%) y no académicas (5%) (ver Figura 11).

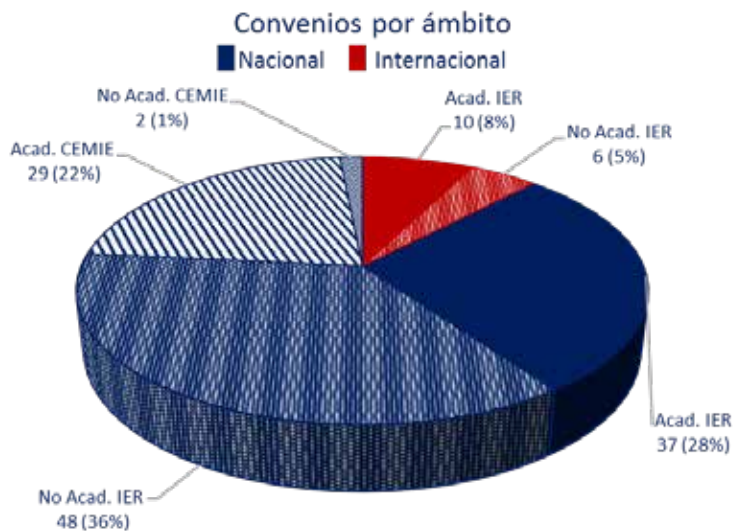


Figura 11. Ámbito de los convenios del IER en 2016.



## 6. DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

Como actividades regulares de difusión del IER se enlistan:

- Publicación de artículos de divulgación
- Visitas guiadas (1/semana)
- Organización de Café Científico (1/mes)
- Conferencias de difusión y divulgación
- Organización de congresos y eventos académicos en las instalaciones (> 2/año)
  - Escuela de Investigación en Energía
  - Congreso Nacional de Estudiantes en Energías Renovables (CNEER)
  - Jornada de las Energías Renovables
- Participación en organización de eventos (aprox. 10/año)
- Participación en medios masivos de comunicación (> 100/año)
- Entrevistas de académicos en radio, televisión y medios impresos
- Contribución semanal en un periódico de circulación regional

## 7. LOS COMPETIDORES NACIONALES

Las instituciones que realizan investigación y desarrollo tecnológico en el sector energético son: el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). De estos, solo el INEEL realiza investigación (básicamente servicios de ingeniería) en sistemas de energías alternas. Desarrollan metodologías y programas de ingeniería para la exploración, desarrollo y explotación de los recursos energéticos del subsuelo (petrolero y geotérmico), tecnologías para el aprovechamiento de recursos no convencionales (energía solar, viento, biomasa y microhidráulica), así como metodologías para la operación

segura y confiable de centrales nucleares e instalaciones petroleras.

Dentro de la UNAM, los Institutos de Investigación de: Materiales, Física, Biotecnología, Geología, Geofísica, Ingeniería, Ciencias del Mar y Limnología; las Facultades de: Ingeniería, Ciencias, Química y Arquitectura; los Centros de Investigación en: Geociencias, Ecosistemas, Ciencias de la Atmósfera, Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, entre otros, realizan investigación en áreas afines a las energías renovables.

Fuera de la UNAM, destacan el CINVESTAV, el IPN, la UAM, el CIMAV, y el CENIDET, y muchos de los grupos de investigación y desarrollo tecnológico mencionados tienen o han tenido convenios de colaboración con el IER y algunos de sus líderes son egresados de los Posgrados de la UNAM.

# **INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

Plan de Desarrollo Institucional  
2017-2021