

DISEÑO, ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN Y PLAN DE OPERACIÓN

2017-2019



Iniciativa
Calor Solar

ACLARACIÓN

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento.

La colaboración de la GIZ se realizó en el marco del Programa “Energía Solar a Gran Escala en México” (DKTI Solar), el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), en conjunto con la Secretaría de Energía (SENER) y en el marco de la implementación de la Iniciativa de Calor Solar en colaboración con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES).

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y los colaboradores y no necesariamente representan la opinión de la SENER, Conuee, ANES, BMZ y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

INICIATIVA CALOR SOLAR

MIEMBROS

ORGANISMOS GUBERNAMENTALES

Centro Nacional de Metrología (CENAM)
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee)
Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)

ORGANISMOS INTERNACIONALES

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México (PNUD México)

ONGs

Comité de Gestión por Competencias de Energía Renovable y Eficiencia Energética (CGC EREE)
Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética, A.C. (REDMEREE)

PROVEEDORES SOLARES Y FIRMAS DE CONSULTORIA

Adalberto Padilla (Consultor Independiente)
ADM Energy, S.A. de C.V.
Citrus JMK, S.A. de C.V.
Consultoría YSTE, S.A. de C.V. (CYSTE)
In-Situ Energía, S.A. de C.V.
Inventive Power S.A.P.I. de C.V.
México Solar
Módulo Solar, S.A. de C.V.
Robert Bosch México, S.A. de C.V.
Soluciones de Ahorro Verde, S.A. de C.V.
VIMECA, S.A. de C.V.

UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE)
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) Unidad Durango
Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), Unidad Aguascalientes
Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ)
Instituto de Energías Renovables - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM)
Universidad Iberoamericana, Departamento de Física y Matemáticas

ASOCIACIONES INDUSTRIALES

Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)
Cámara Mexicano-Alemana de Comercio e Industria (CAMEXA)
Fabricantes Mexicanos en las Energías Renovables, A.C. (FAMERAC)
ProCobre, Centro Mexicano de Promoción del Cobre, A.C.

SECRETARIADO TÉCNICO

- + Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), Presidencia Ejecutiva
- + Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee), Dirección General Adjunta de Fomento, Difusión e Innovación
- + Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Programa de Energía Solar a Gran Escala (DKTI Solar)

- + Sitio web: www.calorsolar.mx
- + Correo electrónico: calor.solar@anes.org
- + [@CalorSolarMx](https://twitter.com/CalorSolarMx)



Iniciativa
Calor Solar

COMUNIDAD

MIEMBROS

La **Iniciativa Calor Solar** es una plataforma multi-actor que se basa en una comunidad nacional de más de 50 expertas y expertos de organismos gubernamentales, la ciencia y la academia, organismos internacionales, asociaciones industriales, y organizaciones no gubernamentales.

Representa una creciente diversidad de actores interesados en promover el calor solar en diferentes sectores de la economía nacional en dónde se cuenta con un gran potencial de aplicación y es económicamente viable.

La **Iniciativa Calor Solar** ofrece una plataforma para que esta comunidad de amplio alcance implemente actividades que permitan eliminar las barreras al desarrollo del calor solar en el país, intercambie información e ideas, aprendan unos de otros y construya colectivamente el futuro de la energía solar térmica en México.

Esta red permite al Secretariado Técnico de la Iniciativa, entre otras cosas, producir la publicación del establecimiento de la **Iniciativa Calor Solar** y su Plan de Operación para el periodo 2017-2019. El documento es un verdadero esfuerzo de colaboración en el que los miembros trabajan de manera conjunta para articular actividades que propician el aumento en la participación de la energía solar térmica en la oferta interna bruta en la matriz energética, el desarrollo tecnológico y contribuyen a la disminución de emisiones de CO₂ por la generación de calor en el país.



Iniciativa Calor Solar

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee)

Av. Revolución 1877
Loreto, Del. Álvaro Obregón
C.P. 01090, Ciudad de México, México
www.gob.mx/conuee

Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)

Insurgentes Sur 1748 - 303
Col. Florida, Del. Álvaro Obregón
C.P. 01030, Ciudad de México, México
www.anes.org

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficina de Representación de la GIZ en México
Av. Insurgentes Sur No. 826 - PH
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, Ciudad de México, México
www.giz.de/mexico

Edición y Supervisión: Angélica Quiñones (ANES), Héctor Ledezma, Jorge Soriano, Rosa María Valdés (Conuee), Hermilio Ortega, Ángel Azamar, Diana Rebolgar (GIZ).

Autor: Hermilio Ortega (GIZ)

Diseño: Bárbara Guerrero Palacios

Ciudad de México, noviembre de 2018

DISEÑO, ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN Y PLAN DE OPERACIÓN 2017-2019



TABLA DE CONTENIDOS

Resumen Ejecutivo	10
1 Introducción	16
1.1 Consumo de energía y calor a nivel mundial	18
1.2 Consumo de energía eléctrica y térmica en México	20
a) Uso de calor en la industria en México	22
b) Uso de calor en el sector residencial en México	23
1.3 Programas e iniciativas implementadas en sectores específicos	24
2 Desarrollo del calor solar y el potencial de aprovechamiento en México	28
2.1 Crecimiento de superficie instalada de colectores solares en México	30
2.2 Potencial de aprovechamiento de calor solar en México	31
2.3 Políticas y programas nacionales	32
2.4 Recurso solar abundante en México	32
3 Iniciativa Calor Solar	34
3.1 Misión	37
3.2 Visión	37
3.3 Objetivos	37
3.4 Alcance	39
3.5 Proceso de elaboración de la Iniciativa Calor Solar	39
4 Perfil y estructura de conducción	44
5 Líneas de acción	50
5.1 Línea de Acción 1: Regulaciones, normas y metrología	52
5.1.1 Visión general	52
5.1.2 Resultados esperados	52
5.2 Línea de Acción 2: Capacidades técnicas y recursos humanos	53
5.2.1 Visión general	53
5.2.2 Resultados esperados	53
5.3 Línea de Acción 3: Modelos de negocio y financiamiento	54
5.3.1 Visión general	54
5.3.2 Resultados esperados	54
5.4 Línea de Acción 4: Demanda y promoción	55
5.4.1 Visión general	55
5.4.2 Resultados esperados	55
5.5 Línea de Acción 5: Tecnología / investigación y desarrollo aplicado	56
5.5.1 Visión general	56
5.5.2 Resultados esperados	56
6 Plan Operativo 2017 - 2019	58
7 Anexo I. Agenda del Taller de planeación	72
8 Anexo II. Memoria fotográfica	74
9 Anexo III. Lista de asistentes al taller de planeación (agosto, 2017)	76
10 Anexo IV. Reglas de operación de la Iniciativa Calor Solar	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Potencial de aprovechamiento de calor solar en México.	14
Figura 2.	Estructura de conducción de la Iniciativa Calor Solar.	15
Figura 3.	Potencial de aprovechamiento de calor solar en México.	31
Figura 4.	Recurso Solar, Irradiación Global Horizontal*.	33
Figura 5.	Recurso Solar, Irradiación Directa Normal*.	33
Figura 6.	Actores de la Iniciativa Calor Solar.	36
Figura 7.	Objetivos de la iniciativa.	38
Figura 8.	Sectores potenciales para el aprovechamiento del calor solar en México.	39
Figura 9.	Foros y talleres para identificar barreras.	40
Figura 10.	Actores clave identificados.	41
Figura 11.	Proceso de diseño de la Iniciativa Calor Solar.	43
Figura 12.	Perfil de la Iniciativa Calor Solar.	46
Figura 13.	Beneficios del enfoque de la Iniciativa.	47
Figura 14.	Estructura de conducción de la Iniciativa Calor Solar.	48
Figura 15.	Grupos de Trabajo de la Iniciativa Calor Solar.	49

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Firma de convenio de colaboración Conuee, ANES y GIZ.	40
Fotografía 2.	Taller de planeación.	40
Fotografía 3.	Presentación de estructura de la Iniciativa.	41
Fotografía 4.	Participación de miembros y revisión de líneas de acción.	41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Consumo final de energía en México, 2016.	13
Gráfica 2.	Energía renovable en el consumo final total de energía, por sector, 2015.	18
Gráfica 3.	Consumo final de energía en México, 2016.	20
Gráfica 4.	Consumo final de energía por combustible en México durante el año 2016.	21
Gráfica 5.	Consumo final de energía para calor en la industria en México en 2016.	22
Gráfica 6.	Consumo final de energía para calor en el sector residencial en México.	23
Gráfica 7.	Crecimiento de la superficie instalada de colectores solares en México (2005-2016).	30

LISTADO DE ABREVIATURAS

ANES	Asociación Nacional de Energía Solar
Bancomext	Banco Nacional de Comercio Exterior
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMU	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (por sus siglas en alemán)
BMZ	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (por sus siglas en alemán)
BSW	Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (por sus siglas en alemán)
°C	Grados Centígrados
CAMEXA	Cámara Mexicano-Alemana de Comercio e Industria
CENAM	Centro Nacional de Metrología
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CGC EREE	Comité de Gestión por Competencias de Energía Renovables y Eficiencia Energética
CIATEQ	Centro de Tecnología Avanzada
CIDESI	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
CIO	Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.
CO_{2eq}	Dióxido de Carbono equivalente
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Conuee	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
ESCOs	Empresas de Servicios Energéticos (por sus siglas en inglés)
FAMERAC	Fabricantes Mexicanos en las Energías Renovables, A.C.
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
GEI	Gases de efecto invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GWh	Gigawatt-hora
GWt	Gigawatt térmico
I+D	Investigación y desarrollo
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative (por sus siglas en alemán)

INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
IRENA	Agencia Internacional de Energía Renovables (por sus siglas en inglés)
m²	Metro cuadrado
MIPYMES	Micro, pequeñas y medianas empresas
PERA	Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura
PETE	Programa Especial de la Transición Energética
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ProCalSol	Programa de Calentadores solares de Agua en México
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (por sus siglas en alemán)
PYME	Pequeñas y medianas empresas
REDMEREE	Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética, A.C.
REN21	Red Internacional de Políticas sobre Energías Renovables para el siglo XXI
RENIECYT	Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SENER	Secretaría de Energía
SCSA	Sistemas de calentamiento solar de agua
SHIP	Calor solar para procesos industriales (SHIP, por sus siglas en inglés)
ST	Secretariado Técnico
tCO₂e	Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente
UnADM	Universidad Abierta y a Distancia de México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN EJECUTIVO





Foto: CSP-F / Solar Payback

RESUMEN EJECUTIVO

CONTEXTO GLOBAL

La energía requerida para calentamiento y refrigeración representa casi la mitad del consumo total final de energía en el mundo, siendo este una de las principales fuentes de emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). El consumo de energía para estos rubros se divide casi por partes iguales entre el calor para procesos industriales y el calor para edificaciones.

El consumo de calor sigue estando basado fuertemente en combustibles fósiles. La mayor parte del calentamiento basado en fuentes renovables está asociada con la biomasa tradicional para calentamiento y cocción de alimentos en los países en desarrollo, que representa alrededor del 16.4% de la demanda mundial de calor. Este uso tradicional de biomasa, a menudo en chimeneas o cocinas interiores muy ineficientes, conduce a importantes problemas de salud y, a menudo, está relacionado con niveles insostenibles de recolección de leña.

Los procesos de transición energética en todo el mundo están adoptando objetivos ambiciosos para avanzar hacia una economía con bajas emisiones de carbono y mercados energéticos plenamente integrados. La implementación de medidas de eficiencia energética e incorporación de fuentes renovables en la demanda de calor representa una importante oportunidad de reducción de costos y emisiones en los principales sectores de la economía que demandan calor.

El calor solar es un actor clave para la transición energética. Se requiere intensificar apoyo de políticas para el sector de calefacción y enfriamiento a partir de energías renovables para alcanzar los objetivos de climáticos (Acuerdo de París). Por ejemplo:

- + Mecanismos de apoyo financiero
- + Incentivos fiscales
- + Mandatos y códigos de construcción que incrementen la implementación de tecnologías renovables para calentamiento y enfriamiento.

Lo más importante, establecer certidumbre normativa a largo plazo que facilite el aumento de las inversiones.

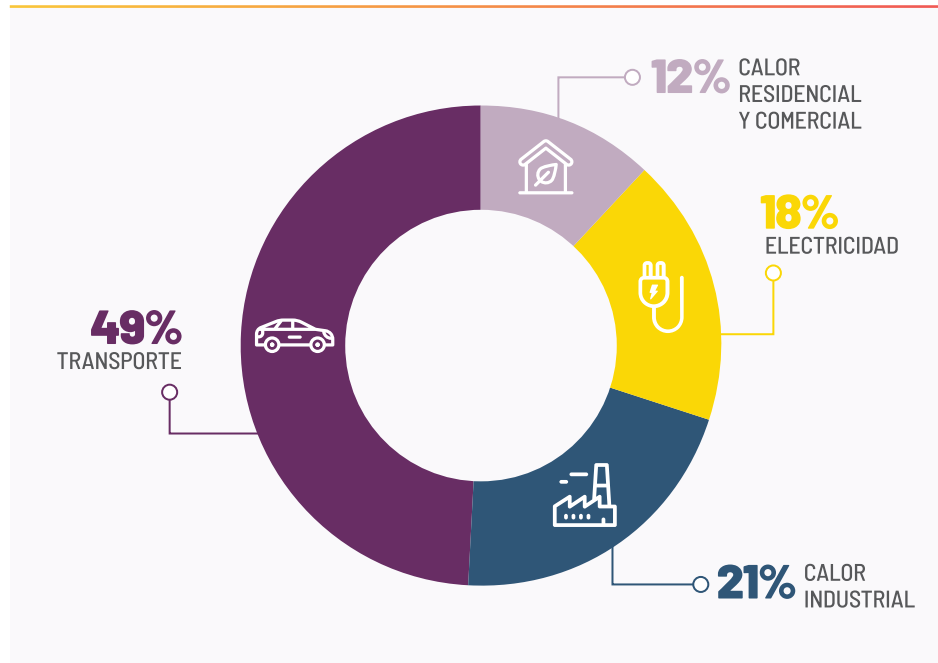
SITUACIÓN EN MÉXICO

En México, la situación es similar que en el resto mundo, ya que el uso consumo de energía en forma de calor representa alrededor del 33% del consumo final de energía en todo el país; así como una contribución importante a las emisiones de GEI por parte de México.

La demanda de calor tiene una participación muy importante para soportar las actividades productivas y de confort principalmente en los sectores industrial, residencial y comercial.

El sector industrial representa 21% del consumo de calor en el país, del cual la mitad es empleado para procesos de baja (hasta 150 °C) y media (150 a 400 °C) temperatura.

Los sectores residencial y comercial por su parte consumen 12% de toda la energía en México para satisfacer sus necesidades de calor.

GRÁFICA 1. Consumo final de energía en México, 2016.

Fuente: elaboración propia con información de (SENER, 2016).

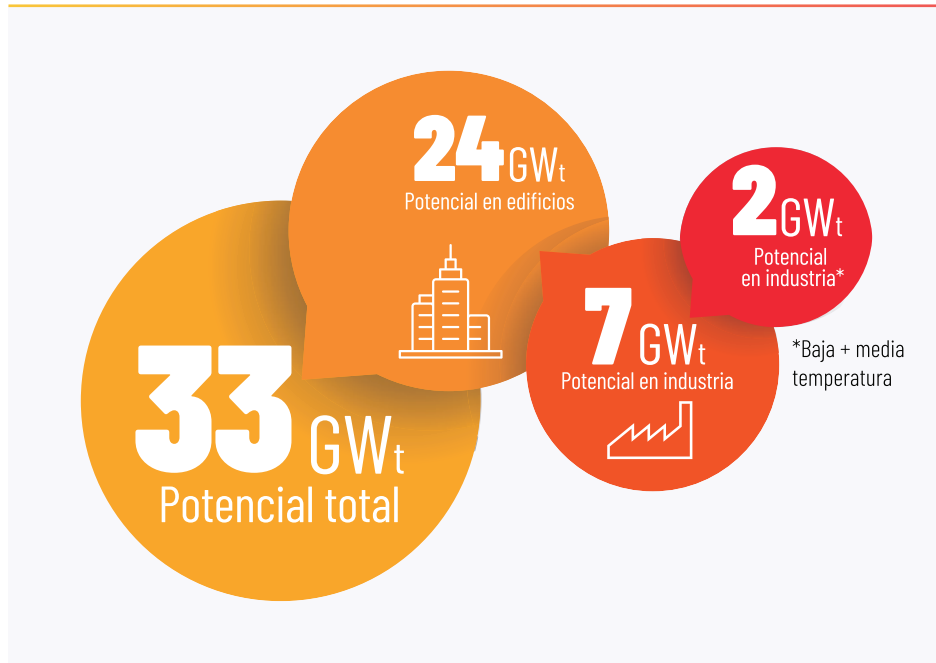
RESULTADOS CLAVE

Las tecnologías termosolares actualmente son unas de las opciones más rentables para sustituir el consumo de combustibles fósiles (considerando los costos tecnológicos locales y características de desempeño).

En los últimos años, el desarrollo tecnológico y el aprovechamiento de la energía solar térmica alrededor del mundo se ha incrementado, debido principalmente a las políticas ambientales de protección del clima y al creciente aumento en el precio de los combustibles fósiles.

El potencial (realista y económicamente rentable) estimado para México en la industria y edificaciones asciende a casi 33 GWt en el periodo 2010-2030 (SENER / IRENA REmap 2030 Mexico).

- + Agua caliente y enfriamiento solar en las edificaciones al 2030 ascenderá a **20 GW_t + 4 GW_t**.
- + Gran potencial en la industria mexicana, 80% se encuentra en la industria de la manufactura, aproximadamente **9 GW_t**.
 - **7 GW_t** (\approx 10 millones de m²) se localizan en el sector de la baja temperatura, en procesos típicos de la industria textil, producción de alimentos y algunos procesos químicos.
 - **2 GW_t** (\approx 2.9 millones de m²) para **procesos de media temperatura** donde se requieren sistemas de concentración, principalmente en la fabricación de productos químicos.

FIGURA 1. Potencial de aprovechamiento de calor solar en México.

Fuente: elaboración propia.

PRINCIPALES BARRERAS IDENTIFICADAS:

- + Poca certeza regulatoria y técnica para sistemas solares térmicos
- + Alto costo de sistemas y de planificación;
- + Ausencia de directrices y herramientas para planificadores e ingenieros;
- + Escasez de modelos de negocio;
- + Bajo acceso a financiamiento
- + Falta de conocimiento entre los clientes potenciales.
- + Poca vinculación entre la academia y la industria para la I+D

OPORTUNIDADES:

- + Área de oportunidad en políticas y mecanismos de coordinación para acelerar la transición energética.
- + Aumentar la participación de energía solar en la matriz energética nacional.
- + Creación de nuevos modelos de negocio novedosos que permitan aumentar la escala de proyectos (+ economía de escala) y extender el calor solar en nichos de mercado rentables que aún no se aprovechan.
- + Suministrar calor solar a precios competitivos y estables para la industria a lo largo del tiempo.
- + Capacidad de manufactura flexible (duplicar hasta 300 mil m²/año) y cadena de valor bien establecida,

para atender la demanda de sistemas solares térmicos de baja temperatura (hasta 150 °C).

- + Desarrollo de nuevas cadenas de valor locales para tecnologías solares de concentración (150-400°C) con apoyo de la academia y la industria nacional.

En agosto de 2017, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y de manera conjunta con la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) y la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ), dieron los primeros pasos para establecer una plataforma interinstitucional con el fin de mejorar la coordinación de actividades en favor del desarrollo de la energía solar térmica en México, denominada Iniciativa Calor Solar.

Dicha Iniciativa representa un esfuerzo del gobierno mexicano y de la comunidad solar en el país, para acelerar el aprovechamiento del calor solar de baja (hasta 150 °C) y media temperatura (150 a 400 °C).

Cuenta con la colaboración de 30 instituciones del sector público, privado, académico, financiero, proveedores de servicios y proveedores de tecnología relacionados y/o interesados en la generación de calor solar.

FIGURA 2. Estructura de conducción de la Iniciativa Calor Solar.



Fuente: Iniciativa Calor Solar.

Los beneficios de este enfoque son:

- + Acelera el desarrollo de la energía solar térmica alineado a la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios¹; así como alineado a los programas que de ella derivan: Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE 2014-2018)² y Programa Especial de la Transición Energética (PETE)³
- + Promueve la estandarización y calidad de equipos y sistemas termosolares
- + Permite el desarrollo de capacidades técnicas y formación de recursos humanos especializados
- + Difunde el conocimiento del potencial y funcionamiento del mercado
- + Promueve que los usuarios finales ahorren energía y dinero de manera rentable
- + Mejora los programas nacionales de I+D

¹ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5463923&fecha=02/12/2016

² http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5469371&fecha=19/01/2017

³ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5484916&fecha=31/05/2017