alianza FiiDEM AC
innovación en infraestructura

7 AÑOS INNOVANDO Y FORTALECIENDO LA INFRAESTRUCTURA DE MÉXICO

FORMACIÓN ESPECIALIZADA Y MULTIDISCIPLINARIA
INNOVACIÓN + DESARROLLO TECNOLÓGICO
INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMPETITIVA

Sirva este documento para dejar testimonio de los logros obtenidos por la Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C. (Alianza FiiDEM), un esfuerzo que iniciamos en 2010 con el decidido apoyo del Dr. José Narro Robles, entonces rector de la UNAM, a partir de una iniciativa del Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro, quien en ese entonces fungía como Secretario General de esta Universidad.

El 8 de junio de 2010, durante nuestra Primera Asamblea General de Asociados solicité el apoyo de nuestros asociados para sacar adelante esta iniciativa. A siete años de distancia puedo afirmar que mi invitación tuvo eco: este breve informe presenta un resumen de los logros que hemos obtenido con su valiosa participación.

Para dejar constancia de la importante participación de nuestros asociados en la consolidación de este esfuerzo, hemos incluido en este documento una serie de testimoniales, en cuyas voces se materializan nuestros logros.

El esfuerzo no ha sido fácil y tenemos grandes retos por delante. De 51 asociados fundadores cerramos 2016 con 117. Sé que cuento con la confianza y respaldo de todos nuestros asociados para seguir innovando y fortaleciendo la infraestructura de México.

Ing. Alfonso Ramírez Lavín
Director General
Mayo de 2017

Hace cinco años, en 2010, arrancamos el proyecto de la Alianza, un proyecto de coordinación, de vinculación, entre las instituciones de educación superior, las estructuras gubernamentales, las estructuras del sector empresarial, del sector privado y un grupo también muy representativo de academias, de sociedades, de agrupaciones de profesionales.

Hay muchas cosas por las que podemos sentirnos muy satisfechos. Quiero hacer un reconocimiento al doctor Sergio Alcocer por la autoría de la idea, por la iniciativa y, sobre todo, por haber conseguido de muchas maneras y desde distintas posiciones que la Alianza prosperara.

Esto que hoy vamos a reconocer requirió del trabajo consistente, muy profesionalmente llevado a efecto, con muchos y muy buenos resultados, a cargo de un grupo de trabajo —que no es muy grande, pero que sí es muy eficiente—, coordinado por el ingeniero Alfonso Ramírez Lavín. Muchas gracias, Alfonso, por todo esto.

Dr. José Narro Robles
Rector de la UNAM y Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM
(Palabras pronunciadas durante la Quinta Asamblea General de Asociados, agosto de 2015)

2007

El II-UNAM plantea el proyecto conceptual del Laboratorio de Estructuras y Materiales de Alta Tecnología (LemAT) y de la Alianza FiiDEM

2017

Continuamos innovando y fortaleciendo la infraestructura de México

2010

- Constitución de la Alianza FiiDEM
- Aprobación de líneas estratégicas
- **51 asociados**

2011

- Plan Estratégico y de Negocio
- Catálogo de Productos y Servicios
- 5 Comisiones
- Inicia administración de proyectos de los Fondos SENER-CONACYT (2011 a la fecha)
- **61 asociados**

2012

- Autosuficiencia financiera
- Modelos de Calidad de Servicios y de Gestión del Conocimiento. Registro en INDAUTOR.
- **70 asociados**

2013

- Inicio de la construcción CeFI
- Metodología para elaboración de estudios de Inteligencia Tecnológica Competitiva. Registro en INDAUTOR.
- Vinculación IES-IP 1ª etapa
- **81 asociados**

2014

- Primer CeFI: Laboratorio Túnel de Viento
- Metodología para el Diseño de Currícula de Maestrías. Registro en INDAUTOR.
- Vinculación IES-IP 2ª etapa
- **96 asociados**

2015

- Operación del Laboratorio Túnel de Viento
- Primer proyecto del Túnel de Viento: Terminal del Aeropuerto de Acapulco, Gro. (OMA)
- Vinculación IES-IP 3ª etapa
- **106 asociados**

2016

- Túnel de Viento: 3 proyectos concluidos, 1 en ejecución y 5 en propuesta
- Tesis de Licenciatura y Doctorado en Ingeniería de Viento
- Premio Ingenio Emprendedor
- Estudios de ITC y proyectos de consultoría (AICM, SACMEX)
- **117 asociados**

Objetivos

La Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, AC (Alianza FiiDEM) es una asociación civil de nacionalidad mexicana, sin fines de lucro ni preponderantemente económicos, que busca:

- Vincular, articular y facilitar la colaboración de universidades e instituciones de educación superior, empresas privadas, organizaciones civiles e instituciones de los gobiernos para:
  - Fortalecer la formación y actualización de especialistas en infraestructura, fomentando la cooperación internacional.
  - Robustecer las capacidades de I+DT+i mediante la creación de Centros de Formación e Innovación (CeFI), enfocados a la investigación de punta.
  - Realizar estudios de inteligencia tecnológica y administración del conocimiento.

Qué es la Alianza FiiDEM

En la Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C. (Alianza FiiDEM) vinculamos a universidades e instituciones de educación superior, empresas privadas, organizaciones civiles y a instituciones de los gobiernos, para innovar y fortalecer las capacidades del sector infraestructura en México.

Las primeras ideas sobre la Alianza se generaron en 2007 con la conceptualización del Laboratorio de Estructuras y Materiales de Alta Tecnología (LemAT). Posteriormente, el 11 de marzo de 2009 se presentó la iniciativa en el Palacio de Minería ante un grupo de personalidades del gremio ingenieril.

El 8 de junio de 2010 se llevó a cabo la primera Asamblea General de Asociados, con la que se constituye formalmente la Alianza con **51** asociados fundadores. A diciembre de 2016 ya suman **117** los asociados.

Se trata de un mecanismo articulador entre gobierno, empresa, gremio y universidad, todos ellos en su sentido más amplio, que busca recuperar y fortalecer las capacidades de la ingeniería mexicana y de todas las disciplinas asociadas a la infraestructura.

Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro
Representante del Presidente Honorario
(Palabras pronunciadas durante el lanzamiento de la Alianza FiiDEM, Palacio de Minería, marzo de 2009)

Con 51 asociados fundadores, la Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México se establece como una masa crítica para ser un mecanismo articulador que, sin duda, contribuirá a recuperar y fortalecer las capacidades de la ingeniería mexicana y de disciplinas afines para beneficio de nuestra sociedad.

Dr. José Narro Robles
Rector de la UNAM y Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM
(Palabras pronunciadas durante la Primera Asamblea General de Asociados, junio de 2010)

Como Director General les solicito su participación activa, creativa y profesional para que esta Alianza pueda salir adelante, con consejeros de la calidad de ustedes.

Ing. Alfonso Ramírez Lavín
Director General de la Alianza FiiDEM
(Palabras pronunciadas durante la Primera Asamblea General de Asociados, junio de 2010)

A través de **proyectos multidisciplinarios de alta complejidad** trabajamos junto con nuestros asociados en tres ejes rectores:

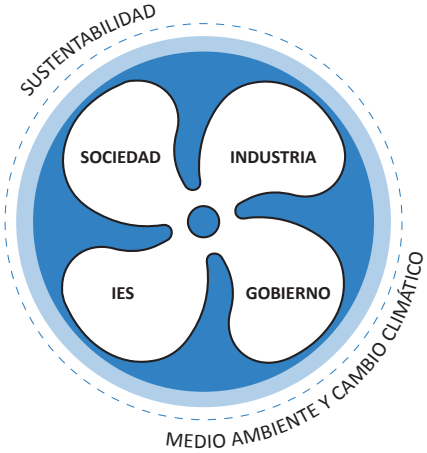
- Formación Especializada y Multidisciplinaria
- Innovación y Desarrollo Tecnológico
- Inteligencia Tecnológica Competitiva

Modelo de Servicios de la Alianza FiiDEM D.R. ©

Promovemos la vinculación y articulación entre nuestros asociados en un marco de sustentabilidad, con acciones que representen un beneficio para la sociedad.

El modelo de vinculación entre las universidades, las empresas y el sector público diseñado por la Alianza FiiDEM es digno de tomarse en cuenta. FiiDEM es el eje que permite que esta hélice se mueva armónicamente.

Dr. Enrique Fernández Fassnacht
Director General del
Instituto Politécnico Nacional
(Palabras pronunciadas durante la Sexta Asamblea General de Asociados, agosto de 2016)



Como parte de los trabajos preliminares de planeación estratégica de la Alianza, los miembros del Consejo Directivo recomendaron la creación de un Comité de Financiamiento que fungiera como órgano colegiado de apoyo a la Dirección General, así como la integración de las comisiones de Formación y Gestión del Conocimiento, de Inteligencia Tecnológica, de Difusión y de Apoyo al LemAT, que coadyuvaran al logro de las diversas metas de la Alianza FiiDEM. Tanto el Comité como las cuatro Comisiones fueron instalados el 17 de mayo de 2011.

De esta manera, los asociados han tenido una respuesta espléndida, muy profesional, lo cual queda de manifiesto por su importante participación en estos grupos de trabajo.

Reuniones Comité y Comisiones
(Mayo 2011- Febrero-2017)

Tipo de reunión		Reuniones	Asistentes*
Instalación de Comisiones		1	29
Financiamiento	Comité	11	66
Difusión	Comisión	29	362
	Taller	5	57
Formación y Gestión del Conocimiento	Comisión	28	486
	Grupos de trabajo	22	231
Inteligencia Tecnológica	Comisión	29	441
	Taller	8	144
LemAT	Comisión	10	109
	Total	**143**	**1,925**

** Promedio: 13 asistentes por reunión*

Consejo Directivo*

- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad Nacional de Crédito, Institución de Banca de Desarrollo
- Comisión Federal de Electricidad
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- Gobierno de la Ciudad de México
- Petróleos Mexicanos
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Secretaría de Energía
- Constructora Integral en Ingeniería, S.A. de C.V.
- DIRAC Ingenieros Consultores, S.A. de C.V.
- GIMSA, Construcciones Integrales del Golfo, S.A. de C.V.
- Grupo ICA
- Impulsora de Desarrollo Integral, S.A. de C.V.
- Lumbreras y Túneles, S.A. de C.V.
- Instituto Politécnico Nacional (representante de las Instituciones de Educación Superior)
- Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C. (representante de las Asociaciones Profesionales)

** A mayo de 2017.*

Formación Especializada y Multidisciplinaria

Metodología[D.R.©] para el diseño de Currícula de Maestrías que recojan las mejores prácticas internacionales

Como parte de nuestro esfuerzo para promover la formación de mejores profesionales, creamos diferentes recursos, como una Metodología para el diseño curricular de Posgrados, mediante la cual definimos criterios de calidad, idoneidad y análisis junto con instituciones de educación superior y especialistas a partir de la construcción de un ranking único de las IES líderes por tema para proponer nuevos planes de estudio acordes con las mejores prácticas internacionales con un enfoque profesionalizante.

Este modelo ha dado como resultado innovadoras maestrías, que son impartidas en diversas instituciones.

*Maestrías diseñadas**

Maestría	Institución	Generación / No. de alumnos	Experto
Obras Subterráneas y Túneles	UNAM	5 generaciones 39 alumnos	M. en I. Andrés Moreno y Fernández (LyTSA)
Geología y Geofísica aplicadas a la Ingeniería Civil (2)	IPN	1 generación 9 alumnos	Ing. Gustavo Arvizu Lara (CFE)
Manejo Integral del Agua	UNAM	1 generación 6 alumnos	Dr. Fernando González Villarreal (UNAM)
Administración de la Construcción (Negocios de la Construcción)	CMIC–ITC	Por iniciar curso 2017	Dr. Raymundo Reyes y Mtra. Yoselin Piña (ITC)
Conservación y Mantenimiento de Infraestructura	Propuesta a UPAEP, UAM, UADY	—	Ing. Fernando Gutiérrez Ochoa (GIMSA)

** A diciembre de 2016.*

Un ejemplo del esfuerzo realizado en el diseño de estas maestrías es el caso de la de Manejo Integral del Agua, para la cual se revisaron las mejores prácticas de 271 instituciones de educación superior, cubriendo un total de 300 programas que incluían 400 materias, en los campos de conocimiento de: a) Ciencias físico matemáticas y de las ingenierías, b) Ciencias biológicas, químicas y de la salud, y c) Ciencias sociales y económicas.

Obras Subterráneas y Túneles

Conservación y Mantenimiento de Infraestructura

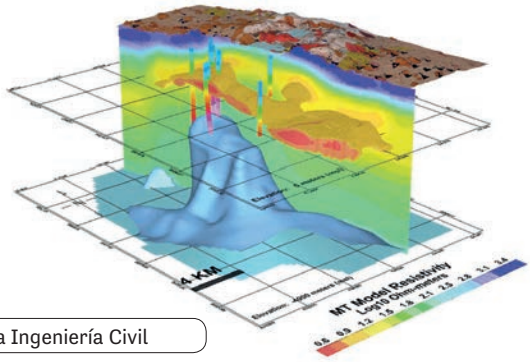
Foto cortesía anmonamox.com

La gran diferencia de la maestría en Obras Subterráneas y Túneles es que está diseñada para que se conjuguen desde la primera clase la práctica y el aula, lo que son el diseño y la construcción. La gran ventaja es que todos los profesores que la impartimos somos parte de la industria.

M.I. José Francisco Suárez Fino
Director de CONSULTEC
Profesor de la Maestría en Obras Subterráneas y Túneles

Manejo Integral del Agua

Administración de la Construcción



Geología y Geofísica Aplicadas a la Ingeniería Civil

Como un complemento a las maestrías en Geología y Geofísica Aplicadas a la Ingeniería Civil, y a solicitud de la CFE, se desarrolló la modalidad a distancia de estas maestrías en conjunto con el Instituto Politécnico Nacional. Su plan de estudios comprende 15 unidades de aprendizaje:

Bloque	Unidad de aprendizaje
I	Geología ambiental
	Geología de México
	Sector energético y su entorno
	Administración estratégica
	Seminario de tesis I
II	Tectónica
	Sensores remotos, teledetección y cartografía
	Seminario de tesis II
III	Caracterización de sitios
	Geología estructural
	Geología del subsuelo
	Riesgo geológico I
	Seminario de tesis III
IV	Riesgo geológico II
	Prospección sismológica

La maestría que se diseñó para la Comisión Federal de Electricidad es una maestría profesionalizante, que es diferente de las maestrías orientadas a la investigación científica. Así, en los temas de tesis de grado de los alumnos participa la CFE definiendo los temas que le interesa que los alumnos desarrollen a lo largo de su maestría. Esto incrementa el potencial de los resultados de la investigación, para una aplicación directa de los trabajos de tesis de grado.

Dr. Juan Silvestre Aranda Barradas
Director de Posgrado del Instituto Politécnico Nacional

Estudio de Vinculación Empresas–IES (Apoyo CONACYT)

Hemos realizado varias iniciativas como el **Estudio de Vinculación Academia-Industria**, en donde junto con empleadores e instituciones de educación superior logramos identificar la **brecha entre capacidades** requeridas por la industria y los egresados, **la pertinencia de las carreras de ingeniería** y su demanda entre los empleadores, las **preferencias en estudios de posgrado**, la **remuneración de los egresados**, así como las **mejores prácticas internacionales** sobre la vinculación para la formación.

- **Primera fase:** Estudio de Vinculación Empresas-IES (170 indicadores de competencias que deben tener los ingenieros para incorporarse a las empresas de infraestructura).
- **Segunda fase:** Estudio de la Demanda de las Carreras de Ingeniería y de Mejores Prácticas Internacionales sobre Vinculación para Formación.

Resultados

Pertinencia de las carreras de ingeniería y demanda de los empleadores

— Para el 2020, en el mejor de los casos, se tiene un exceso de oferta de 384,000 ingenieros (221,706, industriales e informáticos), de acuerdo con uno de los cuatro escenarios analizados.

Preferencia en estudios de posgrado (nacional / internacional)

— El 64% de los encuestados tiene intenciones de estudiar un posgrado.
— El 70% de ellos se inclina por IES nacionales y el 30% en el extranjero.

Remuneraciones de los egresados

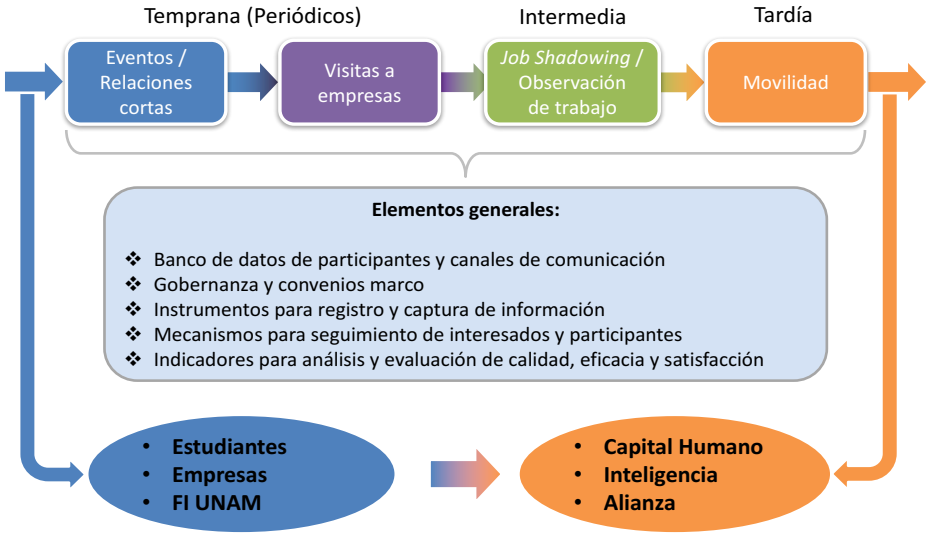
— El ingreso mensual promedio de los ingenieros es de $11,165 a $18,799.
— La mayor parte de los ingenieros ocupados tienen empleo formal, las ingenierías están por arriba del promedio nacional de todos los profesionistas ($10,432).

Mejores prácticas internacionales sobre vinculación para la formación

— La vinculación en México se da en esquemas tradicionales y de corto plazo, donde no se generan grandes flujos de transferencia de conocimiento.

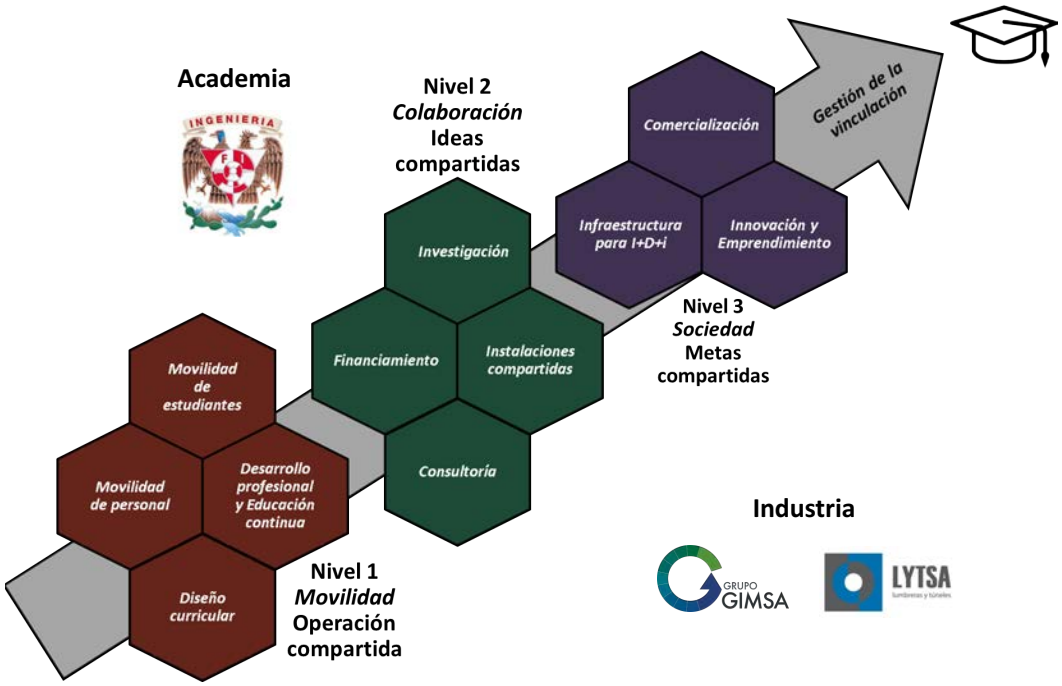
- **Tercera fase:** Modelo de Vinculación entre la academia y la industria, del cual ya contamos con el modelo de gobernanza.

Modelo del programa de Vinculación Academia–Industria



Este modelo de vinculación —sustentado en el marco de referencia generado en la segunda fase del estudio— tiene como objetivo principal sistematizar los esfuerzos de vinculación relacionados con la formación y fortalecimiento de competencias del capital humano, que a su vez contribuyan a incrementar los índices de empleabilidad de estudiantes y recién egresados en el sector infraestructura, y con ello cerrar la brecha entre las IES y la industria a través de una gestión eficiente de la vinculación, además de mejorar la profesionalización de los estudiantes y egresados en ingeniería.

Marco de referencia del programa de Vinculación Academia–Industria
(Prueba piloto Facultad de Ingeniería de la UNAM – GIMSA y LYTSA)



La metodología que ha desarrollado FiiDEM para vincular a los empleadores con las IES y los estudiantes es muy relevante. Permite a los empleadores apoyar y apuntalar a los jóvenes en su etapa final de preparación académica para que puedan integrarse de una manera más suave al sector laboral. Nosotros como empleadores tenemos la oportunidad de reconocer el talento y las capacidades que tienen estos jóvenes en esta etapa de formación para poder integrarlos al sector productivo en donde mejor vayan a desarrollarse y poder contribuir a los objetivos de la empresa.

Ing. Fernando Gutiérrez Ochoa
Director General de GIMSA Construcciones Integrales del Golfo y Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México

Programa de Becas CONACYT-Alianza FiiDEM

Junto con el **CONACYT** establecimos un programa para el otorgamiento de becas para estudios de maestría o doctorado en el extranjero en materia de infraestructura. En noviembre de 2012 se firmó un convenio por tres años y gracias a los excelentes resultados, su vigencia se extendió en diciembre de 2015 por tres años más, ampliando el número de becas anuales de 20 a 40.

FiiDEM cuenta con una Comisión para la Evaluación de los Aspirantes, misma que está compuesta por asociados de los diferentes sectores, quienes buscan en los candidatos excelencia académica y compromiso social para fortalecer al país mediante el conocimiento profundo de la infraestructura en temas como obras subterráneas y túneles, planeación, agua, vías terrestres, exploración y producción de petróleo en aguas profundas, energías limpias, ingeniería ambiental, ingeniería civil, ingeniería de viento e ingeniería de energía.

A diciembre de 2016 se ha otorgado un total de 91 becas en cuatro años, siendo los destinos de los estudiantes a universidades en los siguientes países: Estados Unidos, 23; Reino Unido, 19; Canadá, 11; España, 11; Holanda, 7; Alemania, 5; Australia, 4; Suiza, 3; Francia, 2; Portugal, 2; Italia, 2; Nueva Zelanda, 1, y Dinamarca, 1.

Esta alianza que tenemos con FiiDEM da un valor muy importante desde el punto de vista de la operación del Programa de Becas. El trabajo desarrollado con la Alianza nos ha permitido tener una mayor cercanía, tener un mejor conocimiento y darle un acompañamiento a los becarios por parte de gente que es experta en los temas que están trabajando.

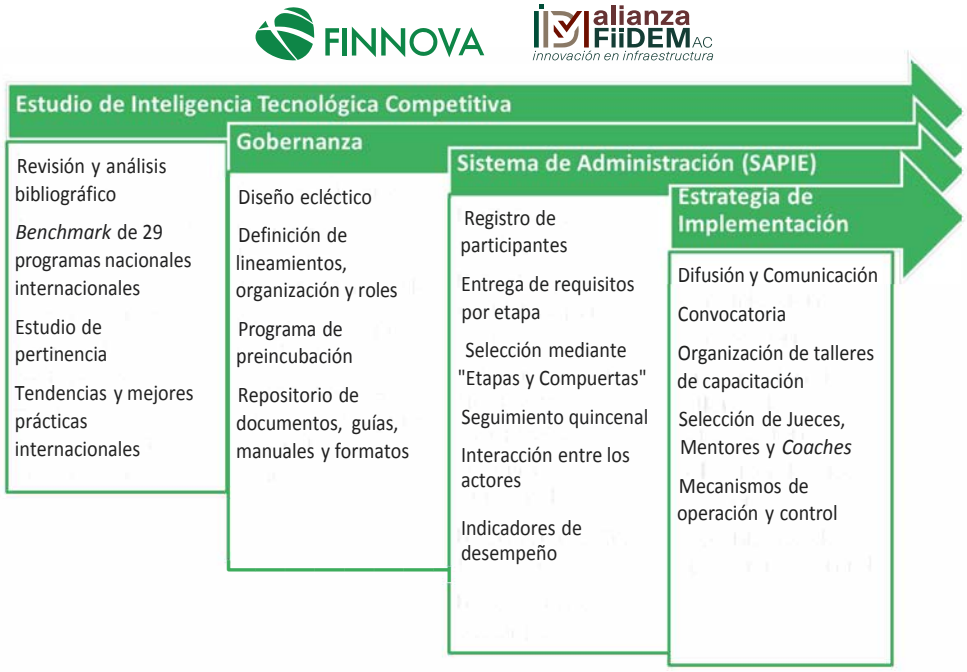
Mtro. Pablo Rojo Calzada
Director de Becas de CONACYT

Fui beneficiario de una beca de CONACYT-Alianza FiiDEM y mi experiencia fue muy grata. Esta maestría me ha abierto muchas puertas, actualmente utilizo casi la totalidad de los conocimientos adquiridos en mis estudios. Soy afortunado de estar trabajando en algo que me gusta y aplicarlo.

Ing. Eduardo Lee Sainz
Beneficiario del Programa de Becas

Premio Ingenio Emprendedor: de la idea a la práctica[MR]

Durante 2015 y 2016, con el apoyo de FINNOVA, organizamos la primera edición del **Premio Ingenio Emprendedor, de la idea a la práctica[MR]**. En una etapa previa, en 2013 y 2014 llevamos a cabo un proceso de planeación que permitió desarrollar una metodología integral con base en la revisión de mejores prácticas internacionales de 29 programas. Entre otros elementos distintivos, nuestro programa incluye un proceso de etapas y compuertas para la evaluación de los proyectos y un sistema de gobernanza.



Elementos distintivos

- **Diseño integral del programa:** planeación (**Estudio ITC**).
- **Modelo de gobernanza**.
- Sistema de gestión y estrategia de implementación (**Concurso**).
- **Mejores prácticas internacionales** de 29 diferentes programas.
- **Enfoque especializado en infraestructura** y **alcance nacional**.
- Etapa de **preincubación**.
- Proceso "**Etapas y compuertas**". Evaluación de proyectos.
- **Marca registrada**.
- **Jueces** y **mentores expertos** en los temas particulares.
- **Capacitación** y ***coaching* continuo**, presencial y virtual.
- **Modelo** y **Plan de negocios**. Validación de mercado.
- **Pasarela de proyectos** frente a inversionistas.
- **Sistema de Administración del Programa Ingenio Emprendedor**, SAPIE (360°).
- **Vinculación IES-Industria-Estudiantes**.
- **Difusión** y **seguimiento** de **casos de éxito**.

Resultados

	Junio 2015 a marzo 2016
Emprendedores registrados en el programa	147
Emprendedores que recibieron retroalimentación sobre sus capacidades emprendedoras	106
Emprendedores beneficiados con capacitación, mentoría y *coaching*	41
Emprendedores que desarrollaron un plan y modelo de negocios validado	26
Instituciones de educación superior representadas	37
Profesionistas y empresarios participantes como Jueces o Mentores	88

Principales temas de las ideas registradas y aceptadas

Sustentabilidad	Estructuras biodegradables
Agua	Desarrollo de infraestructura y planeación
Energías alternas	Exploración y producción de petróleo
Vías terrestres	Materiales
Soluciones informáticas y cibernéticas	Manejo de materiales sólidos
TICs aplicadas a infraestructura	Conservación y mantenimiento
Ingeniería civil	

IES de los concursantes registrados y aceptados en la convocatoria

Universidad Autónoma del Estado de México	Universidad Politécnica de Guanajuato (Gto.)	Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (Gto.)
Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad de Guadalajara (Jal.)	Universidad Modelo Mérida (Yuc.)
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (Pue.)	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Mor.)
Instituto Politécnico Nacional	Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (Ver.)	Instituto Tecnológico de Boca del Río (Ver.)
Universidad Autónoma Metropolitana	Universidad Autónoma de Chapingo (Edo. Méx.)	Universidad Autónoma de Tlaxcala (Tlax.)
Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre (Ver.)	Centro de Actualización Profesional e Innovación Tecnológica del Colegio de Ingenieros Civiles de México	Instituto Tecnológico Autónomo de México
Universidad Autónoma de Nuevo León (NL)		Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (Oax.)
Instituto Tecnológico de la Construcción (CMIC)	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	University of Oxford
Universidad Autónoma de Yucatán (Yuc.)	Universidad Politécnica de Tlaxcala (Tlax.)	Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (Ver.)
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (Hgo.)	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (Qro.)	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Pue.)
Instituto Tecnológico de Mérida (Yuc).	Universidad Tecnológica de Tlaxcala (Tlax.)	Instituto Tecnológico Superior de Lagos de Moreno (Jal.)
Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca (Ver.)	Universidad Abierta y a Distancia de México	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (Jal.)
Instituto Tecnológico de Orizaba (Ver.)	Instituto Tecnológico de Celaya (Gto.)	

En la primera edición del Premio se logró un total de 67 ideas registradas, con 15 semifinalistas y tres ganadores. Este programa contó con 15 mentores expertos, y capacitación y *coaching* continuos para los participantes, quienes interactuaron con el apoyo de una plataforma informática en línea. Todo ello mereció un reconocimiento de la metodología de Ingenio Emprendedor por parte del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM).

Los equipos estuvieron integrados por tres o más emprendedores.

A través de iniciativas como Ingenio Emprendedor, la Alianza FiiDEM les proporciona a los jóvenes esos otros conocimientos que a veces no les brindamos: la capacidad de emprender, de reconocer dificultades, de conocer el mercado, de acompañarlos en todo este proceso, de otorgarles un primer financiamiento y darles seguimiento. La red de innovación creada por FiiDEM es lo que va a construir México, es lo que genera el futuro de nuestro país.

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector de la UNAM y
Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM
(Palabras pronunciadas durante la Ceremonia de Premiación de Ingenio Emprendedor, abril de 2016)

Ganadores

Conectados

Integrado por Eduardo Denis Quiñones, Sergio Uriel Lugo Ucan y Néstor Manuel Ortiz Rodríguez, del Instituto Tecnológico de Mérida, se enfoca en crear, desarrollar y llevar contenidos digitales para ayudar al desarrollo socio-económico de las comunidades rurales de México, mediante la implementación de tecnologías de la información y comunicación. Para esto se desarrolló, como primer paso, la aplicación móvil **Camponet** para el ecosistema agropecuario (productor, proveedor y consumidor) que ayude a impulsar la comercialización colectiva, justa y sostenible. Paralelamente se pretende brindar acceso a Internet a estas comunidades.

Creations Lab

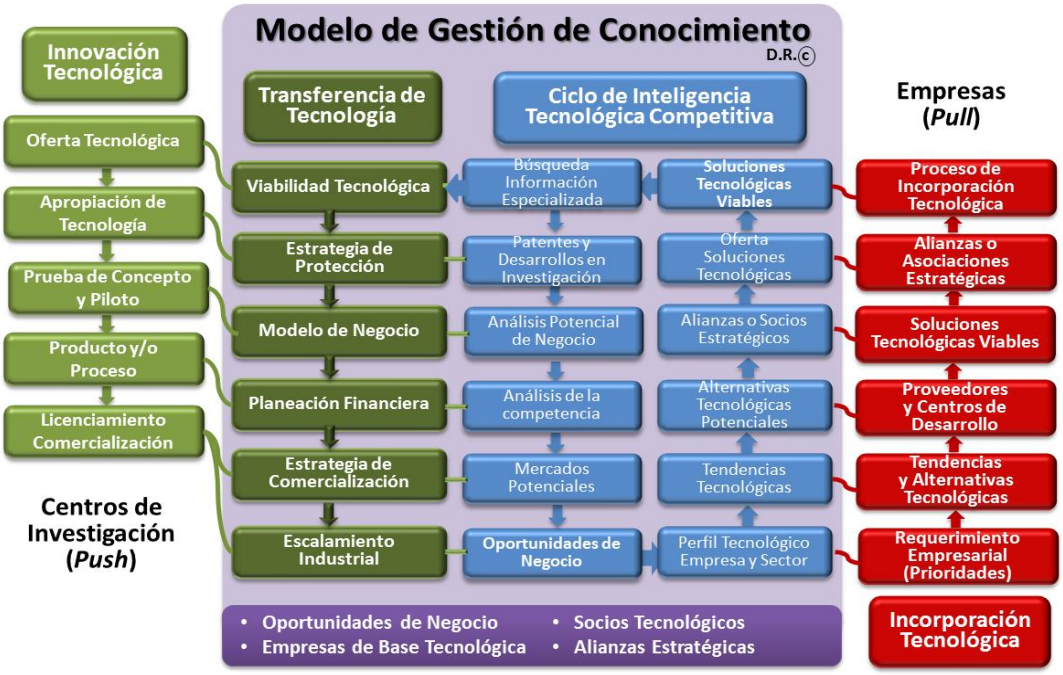
Integrado por Salucita Román Domínguez y José Antonio Villanueva Vázquez, del Instituto Tecnológico Superior de Acayucan, es una empresa 100% mexicana dedicada a la ciencia, innovación y tecnología para crear nuevos y mejores productos. Uno de sus primeros productos es **iLow**, un material conductor con propiedades similares al cobre y con una degradabilidad menor que la de los plásticos convencionales. **iLow** fue creado con la finalidad de evitar contaminación por el uso de metales conductores que contaminan el medio ambiente.

Mykonos

Integrado por Dominik Unices Reyes Nieto, Carlos Enrique Muñoz Bernal y Mauricio Gerardo Franco Herrada, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, es una *startup* dedicada a la fabricación de biomateriales utilizando residuos agrícolas y micelio de hongo generando productos con una amplia gama de aplicaciones para la industria con propiedades mecánicas, sonoras, estructurales y térmicas, 100% biodegradables. Su objetivo es incursionar en la industria del embalaje para suplir los materiales derivados del petróleo que contaminan el ambiente.

Inteligencia Tecnológica y Gestión del Conocimiento

En la Alianza FiiDEM nos preocupamos por poner el conocimiento al servicio de la ingeniería y la infraestructura mexicanas. Es por eso que diseñamos una metodología para realizar nuestros **Estudios de Inteligencia Tecnológica Competitiva** como un agente de valor para identificar las tendencias tecnológicas, los líderes a nivel global en: investigación y desarrollo tecnológico, las empresas que están a la vanguardia en diseño y proyecto, construcción y operación, así como para detectar a **competidores** y **aliados estratégicos**.



Los estudios de inteligencia tecnológica competitiva son muy relevantes para la definición de la estrategia futura técnica, comercial y tecnológica de una empresa como ICA. En particular, la Alianza FiiDEM ha hecho un número importante, bastante relevante, de estudios en sectores fundamentales para el futuro de ICA como son: las comunicaciones, el agua y el sector de la energía.

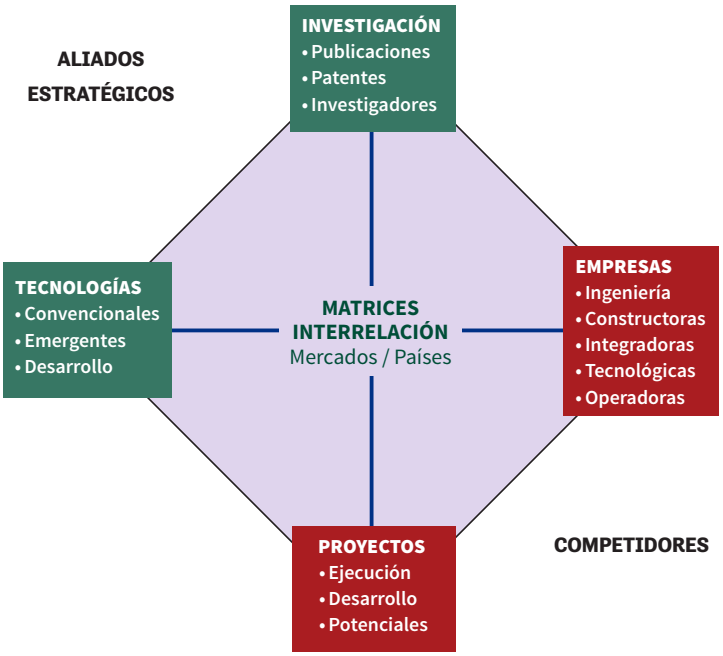
Ing. Gabriel Ibarra Elorriaga
Asesor de la Presidencia de ICA

Estudios de Inteligencia Tecnológica Competitiva

Hasta diciembre de 2016 se han realizado 26 estudios de **Inteligencia Tecnológica Competitiva**D.R.©, de carácter confidencial, para:

— Grupo ICA
— CFE
— SCT
— PUMAGUA
— BANOBRAS
— FREYSSINET
— Gobierno de la Ciudad de México
— INCIDE

Metodología orientada a identificar las prioridades de negocio, las tendencias tecnológicas y los jugadores líderes (competidores y socios potenciales)



1. Proyectos en operación y desarrollo

- Perfil tecnológico de la empresa contratante
- Panorama tecnológico a nivel internacional
- Evaluación tecnológica comparativa de proyectos

2. Tendencias tecnológicas e innovación

- A nivel internacional: Ingeniería, construcción, integradoras, tecnológicas y operadoras, desarrollo e investigación
- Mapa de tecnologías con mayor potencial
- Centros de investigación, empresas y/o personas

3. Oportunidades de negocio

- Análisis de oportunidades y competidores
- Potenciales alianzas estratégicas y socios tecnológicos
- Disponibilidad y acceso a la tecnología

Información nacional de infraestructura científica y tecnológica

Derivado de una iniciativa encabezada por el **CONACYT**, y con el apoyo de este organismo, se diseñó un sistema de información que reunirá datos importantes de las principales instalaciones dedicadas a Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+I) en el país.

Así, el **Sistema Nacional de Información de Infraestructura Científica y Tecnológica en México** (SNIICyT) permitirá conocer las características y capacidades de estas instalaciones, los servicios que brindan, los equipos que tienen, y mucha más información útil para la toma de decisiones.

SNIICyT
Sistema Nacional de Información de Infraestructura Científica y Tecnológica en México
ID+I

Simposios internacionales

La Alianza FiiDEM ha venido desarrollando una serie de eventos internacionales con la participación de destacados profesionales tanto del país como del extranjero. El primero de ellos fue un coloquio internacional organizado en colaboración con cinco sociedades técnicas y, posteriormente, simposios internacionales organizados en conjunto con la Academia de Ingeniería de México, el Colegio de Ingenieros Civiles de México y el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Coloquio Internacional: Innovación y el estado del arte en obras de infraestructura (mayo 2011)

Concreto. Visión del ACI: ¿Qué se espera?
Dr. Ramón L. Carrasquillo
CEO Carrasquillo Associates, Ltd., EUA

Nuevos materiales en el diseño y reforzamiento de infraestructura
Dr. Carlo Paulotto
Acciona Infraestructuras, España

Catálogo de pavimentos. Futuro para su gestión
Ing. Juan Manuel Orozco y Orozco
Director General de Servicios Técnicos, SCT, México

Corrosión y protección en la infraestructura
Dr. Lorenzo Martínez Gómez
Director General de Corrosión y Protección, S.C., México

Ingeniería sísmica y control de riesgos: Lecciones recientes, retos y tendencias
Dr. Luis Esteva Maraboto
Investigador Emérito del Instituto de Ingeniería, UNAM, México

Mampostería. Estado actual, rumbo y requisitos
M. en I. José Álvaro Pérez Gómez
Gerente Corporativo de Ingeniería, Grupo GEO

Diseño por viento: Sinergias del trabajo experimental y analítico
Dr. Kishor Mehta
Profesor P.W. Horn, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Técnica de Texas, EUA

Eurocódigos para acero y aluminio. Retos y oportunidades
Dr. Federico Mazzolani
Profesor de Ingeniería Estructural, Departamento de Análisis y Diseño Estructural,
Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nápoles Federico II, Italia

Obras de infraestructura subterránea. El estado del arte
M. en I. Andrés Moreno y Fernández
Presidente de Lumbreras y Túneles, S.A de C.V., México

Altas tecnologías en la administración y control de desastres en líneas vitales
Dr. Ronald T. Eguchi
CEO ImageCat, Inc., EUA

El Túnel de Viento: una herramienta para la confiabilidad del diseño estructural (noviembre 2014)

Objetivo: Presentar los avances y tendencias más relevantes sobre la investigación de los efectos del viento en la infraestructura, además de analizar las condiciones para innovar utilizando el Túnel de Viento en los proyectos de infraestructura.

Wind Tunnel Experimentation in the Research of Wind Effects on Buildings and the Environment
Prof. Dr. Theodore Stathopoulos
Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Concordia University, Canadá

Performance of Wind Exposed Structures. A European Experience
Prof. Dr. Gianni Bartoli
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Estudi di Firenze, Italia

Evaluación en túnel de viento de acciones y efectos del viento sobre edificios, personas y el medio ambiente
Prof. Acir Mércio Loredo-Souza
Laboratório de Aerodinâmica das Construções, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Hurricane/Windstorm Building Standards and Some Thoughts on Wind Tunnel Research
M. Arch. David Hattis
President, Building Technology, Inc., EUA

Experiencias recientes en pruebas en túnel de viento
Dr. Roberto Gómez Martínez / Instituto de Ingeniería
UNAM, México

Wind Engineering at the University of Western Ontario
Dr. Peter King
Director, BLWTL, Western Ontario University, Canadá

Wind Tunnel Experimentation, the US Experience: Where are We Moving to?
Dr. Delong Zuo
Department of Civil & Environmental Engineering,
Texas Tech University, EUA

Decisiones estratégicas y la Inteligencia Tecnológica (noviembre 2014)

Objetivo: Abordar diversos enfoques de la inteligencia tecnológica para la toma de decisiones estratégicas.

Introduction: Overview of CI/CTI in Infrastructure Industries
Dr. Brad Ashton
Principal Technology Consultant
Concurrent Technologies Corporation (CTC), EUA

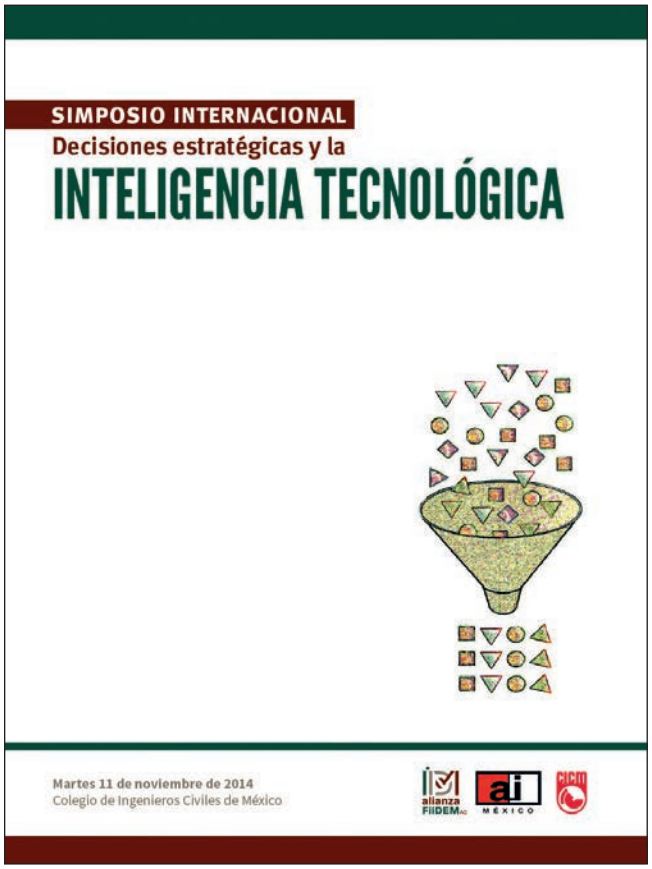
CTI and Data Mining
Dr. Alan Porter
Professor Emeritus of Industrial & Systems Engineering
Georgia Tech, EUA

CI/CTI and New Social Media
Dr. Bonnie Hohhof
George Washington University, EUA

CI: Perspectivas en América Latina
Ing. Jorge E. Tello Peón
Socio-Presidente de Madison Intelligence, México

Aplicaciones de Geo Inteligencia Espacial
Dr. José Ignacio Chapela Castañares
Director General del Centro de Investigación en Geografía y Geomática, "Ing. Jorge L. Tamayo", AC, México

CI and Strategic Planning—Examples in Canada
Dr. Jonathan Calof
Professor of International Business and Strategy
Telfer School of Management
University of Ottawa, Canadá



Infraestructura crítica (junio de 2016)

Objetivo: Abordar los temas de vulnerabilidad, sustentabilidad y resiliencia de la infraestructura, así como explorar soluciones ante estos retos.

Hacia una normatividad única: el ejemplo del Eurocódigo
Dr. Artur Pinto Vieira
Comisión Europea, European Laboratory for Structural Assessment (JRC)
Ispra, Italia

Resiliencia: un reto de ingeniería
Dra. Mary C. Comerio
Department of Architecture, University of California
Berkeley, California, EUA

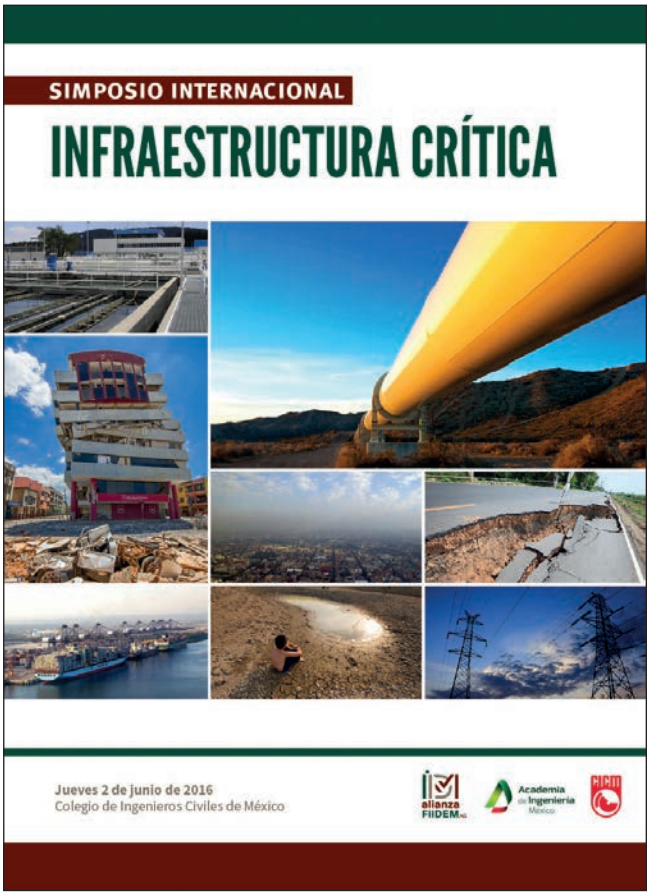
La vulnerabilidad social ante desastres
Dra. Tricia Wachtendorf
Disaster Research Center, University of Delaware
Newark, Delaware, EUA

Vulnerabilidad, sustentabilidad y resiliencia de la infraestructura portuaria y costa fuera
Dr. Rodolfo Silva Casarín
Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Vulnerabilidad, sustentabilidad y resiliencia de las líneas vitales (el caso de Los Ángeles)
Dr. Jianping Hu
Los Angeles Department of Water and Power
California, EUA

Líneas vitales: Monitoreo y control de la infraestructura durante desastres
Dr. Ronald T. Eguchi
ImageCat, Inc.
Long Beach, California, EUA

Riesgo y vulnerabilidad ante el cambio climático de la infraestructura energética
Biól. Adolfo Ángel Lara Vázquez
Centro Mario Molina
Ciudad de México, México



Consultoría en Proyectos de Alta Complejidad

Oficinas de Asistencia Técnica Especializada

Mediante las Oficinas de Asistencia Técnica Especializada (OATE) y de Asistencia Especializada (OAE), cuya operación inició en octubre de 2011, apoyamos a la Secretaría de Energía y a **CONACYT** en el seguimiento físico y financiero de los proyectos de desarrollo tecnológico e innovación apoyados con recursos de los fondos SENER-CONACYT de Sustentabilidad Energética y de Hidrocarburos. El apoyo se brinda tanto a los Comités Técnicos y de Administración de los Fondos (CTA), como a sus Comisiones de Evaluación y a sus respectivos Secretarios Técnicos y Administrativos.

Entre las funciones que llevan a cabo ambas oficinas destacan:

- Orientación en la integración de solicitudes.
- Convocatoria a instituciones y empresas con base científica y tecnológica.
- Administración y diseño de convocatorias:
  - Lanzamiento: talleres, videoconferencias, etc.
  - Difusión: eventos presenciales, anuncios, boletines, publicaciones, folletos, carteles, *banners*, videos, fotografías, etc.
- Apoyo en el proceso de evaluación y administración de la cartera de proyectos (desde la recepción de propuestas, evaluación, formalización, seguimiento administrativo y en el Sistema PeopleSoft, hasta finiquito y seguimiento *expost*).
- Seguimiento al proceso de formalización.
- Seguimiento a la operación de los proyectos de investigación.
- Coadyuvar en el finiquito de los proyectos de investigación.
- Facilitador en la coordinación interinstitucional CONACYT-SENER-PEMEX.
- Identificación de evaluadores externos.
- Logística en la organización de las sesiones de Comité Técnico y de Evaluación.
- Soporte a los órganos de decisión.

En el Fondo de Sustentabilidad Energética se ha participado de manera importante en la administración de 54 proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico, los cuales han contado con un apoyo financiero de 449 millones de pesos, siendo las mayores inversiones por parte del sector en temas de energías renovables (Biocombustibles y bioenergía, energías eólica, geotérmica, mareomotriz y solar), así como diversificación de fuentes primarias de energía (información y estadísticas, instrumentos de planeación para diversificación de fuentes, fuentes alternas de energía, mapas y modelos prospectivos de energía), representando un 57% y 25% de la inversión respectivamente.

Los proyectos que administra la OAE son realizados por 26 instituciones nacionales, siendo la Universidad Nacional Autónoma de México la que cuenta con el mayor número de proyectos apoyados, y la Ciudad de México la entidad en donde se localiza la mayor inversión con un monto aproximado de 171 millones de pesos.

Dentro de los proyectos apoyados por el Fondo de Hidrocarburos en cuyo seguimiento y administración colabora la OATE, destacan por su importancia y magnitud los siguientes proyectos integrales:

- Proyectos para la optimización de los procesos de recuperación mejorada.
- Plataformas de observación oceanográfica y escenarios de respuesta ante derrames en el Golfo de México.
- Centro de Tecnología en Aguas Profundas.
- Centro de Adiestramiento en Procesos de Producción.
- Modelos dinámicos de plantas virtuales.
- Asimilación y Desarrollo de Tecnología en *shale gas/oil* en México, entre otros.

Esto es justo lo que nos está ayudando a gestionar la Alianza FiiDEM: proyectos por mil millones de dólares, la mayor inversión en la historia en el sector energético en temas de investigación y desarrollo. Parte del éxito en la gestión de los proyectos se debe al apoyo de la Alianza FiiDEM.

Mtro. Leonardo Beltrán Rodríguez
Subsecretario de Planeación y Transición Energética de la Secretaría de Energía
(Palabras pronunciadas durante la Sexta Asamblea General de Asociados, agosto de 2016)

Vinculación y acompañamiento tecnológico para el Sistema de Aguas de la Ciudad de México

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) ha mantenido la constante preocupación de desarrollar esfuerzos que conduzcan al uso eficiente del suministro de los servicios del agua, haciendo uso de los avances tecnológicos para proporcionar mejores beneficios, conservar y mejorar la calidad del agua para los habitantes de la Ciudad. La Alianza FiiDEM presentó una propuesta de Vinculación y Acompañamiento para el diseño del Plan de Mejora para la Eficiencia Física y Comercial del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, misma que fue aprobada.

Es importante mencionar que las actividades se realizan por empresas asociadas a la Alianza FiiDEM, con lo que se cumple el principio de vinculación de los sectores que la integran.

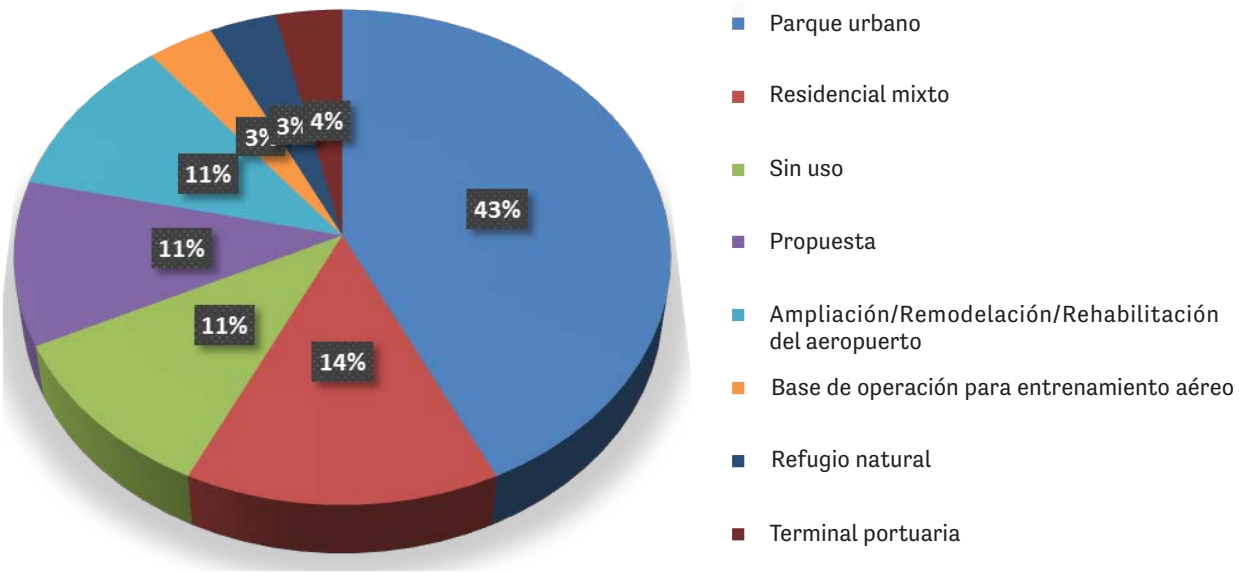
Análisis de mejores prácticas internacionales sobre uso de terrenos que eran aeropuertos

El Gobierno de la Ciudad de México solicitó a la Alianza FiiDEM, en octubre de 2015, la elaboración de un “Análisis de mejores prácticas internacionales sobre uso de terrenos que antes fueron aeropuertos”, además de un “Análisis de estudios técnicos a considerar para el plan de uso del AICM”, con los siguientes objetivos:

- Contar con información sobre las mejores prácticas internacionales en materia del uso de terrenos que antes fueron aeropuertos.
- Elaborar una propuesta de los estudios técnicos especializados y sus términos de referencia, que se deben de considerar para la determinación del plan de aprovechamiento del AICM.

Análisis internacional comparativo a nivel mundial

El primer estudio consideró el análisis de los usos que se le han dado a 22 terrenos que antes fueron aeropuertos y a seis espacios similares (estaciones de ferrocarril, estadios, etc.), en 11 países; la revisión de los diferentes modelos de aprovechamiento de los terrenos, la problemática enfrentada, qué tipo de recomendaciones se emitieron, así como las restricciones técnicas que se determinaron.



Análisis de estudios técnicos a considerar en el plan de uso del AICM

Dadas las características físicas del tipo de suelo en donde se encuentra el AICM —el cual es de tipo lacustre con muy altos contenidos de agua, alto nivel de contaminación y que está en una zona considerada de máxima fragilidad sísmica—, es muy importante realizar los estudios técnicos adecuados que permitan tener la suficiente información especializada para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de los terrenos del AICM.

En función de lo anterior, la Alianza FiiDEM elaboró una propuesta de los estudios técnicos especializados a realizar, con sus correspondientes términos de referencia, sugiriendo además el tiempo estimado para su elaboración y la propuesta de empresas/especialistas encargados de la elaboración de cada estudio. En este análisis se consiguió la participación de diversos asociados de FiiDEM, cada uno de ellos especialista en alguno de los temas abordados.

Para la definición de los estudios técnicos se consideró como eje rector lo relativo al Desarrollo Urbano, a través del cual se relacionan los temas de Suelo, Agua, Infraestructura, Sismos e Impacto Ambiental.

Los estudios técnicos propuestos y sus términos de referencia corresponden a los siguientes temas:

- *Suelo:* topográficos y de tenencia de la tierra; agrológicos; geotecnia y mecánica de suelos.
- *Agua:* aprovechamiento de las fuentes disponibles de agua limpia; régimen de precipitación pluvial; drenaje.
- *Infraestructura:* edificaciones existentes; áreas operacionales; vialidades; líneas de transmisión eléctrica, telefonía y datos; disposición de residuos sólidos.
- *Sismos:* riesgos por sismicidad; riesgos por cenizas volcánicas.
- *Impacto ambiental:* línea base (*base line*) de la situación actual; acciones de remediación.
- *Desarrollo urbano:* diagnóstico; revisión integral del área de influencia del AICM; estudios socioeconómicos sobre el desempeño económico y de desarrollo humano de la zona; movilidad y conectividad de la zona.

El estudio de referencia fue presentado al Jefe de Gobierno de la Ciudad de México en la Primera Sesión Ordinaria 2016 de la Asamblea General del Consejo Económico y Social de la Ciudad de México, en marzo de 2016, en el Museo de la Ciudad de México. Posteriormente, sus resultados fueron informados en el marco del 28 Congreso Nacional de Ingeniería Civil, también en marzo de 2016.

Hay que escuchar a los que saben, a los especialistas. Por ello firmamos un convenio con la Alianza FiiDEM para tener a lo mejor de la ingeniería mexicana con nosotros, para que nos ayudara a entender cuáles eran los puntos de partida en materia de ingeniería.

Dr. Salomón Chertorivsky Woldenberg
Secretario de Desarrollo Económico del Gobierno de la Ciudad de México
(Palabras pronunciadas durante la clausura del 28 Congreso Nacional de Ingeniería Civil, marzo de 2016)

El Ing. Alfonso Ramírez Lavín presentó los resultados del "Análisis de mejores prácticas internacionales sobre uso de terrenos que antes fueron aeropuertos" durante la clausura del 28 Congreso Nacional de Ingeniería Civil, marzo de 2016.

Innovación y Desarrollo Tecnológico

La red de Centros para la Formación e Innovación (CeFIs) es una pieza angular de la labor de la Alianza FiiDEM pues permite la reflexión, análisis y generación de ideas que resuelven problemas de infraestructura, además de que desarrolla y actualiza a los especialistas para crear tecnología propia y adaptar la de otros países.

Asimismo, nuestra red beneficia al país en varias aristas:

Para el país

- Contar con el talento necesario para investigación experimental, modelación e innovación.
- Analizar el comportamiento real de las estructuras que permitan establecer normas, especificaciones y criterios de diseño para la construcción de sistemas estructurales, seguros, eficientes y económicos.

Para la ciencia, tecnología e innovación nacionales

- Desarrollar conocimiento y tecnología de punta para resolver problemas nacionales.
- Contar con capacidades de I+DT+i competitivas a nivel internacional.
- Transferir y compartir conocimiento y tecnología con otros países del mundo.
- Mejorar la resiliencia de la infraestructura.
- Contribuir al fortalecimiento de la soberanía nacional en I+DT+i.
- Contribuir a la seguridad energética y a la sustentabilidad.
- Además, aportará un valor agregado al sector infraestructura, en particular al desarrollo del sector energético.

Para el gobierno y las empresas privadas

- Apalancar la ejecución del Programa Nacional de Infraestructura y los programas estatales o regionales.
- Incrementar la competitividad de la infraestructura.

Para la UNAM

- Fortalecer el liderazgo en la investigación y formación de recursos humanos en materiales de construcción y estructuras.
- Apoyar la formación e investigación en el tema de infraestructura al interior de las escuelas de ingeniería relacionadas con infraestructura con que cuenta.
- Culminar un importante e innovador proyecto de inversión en infraestructura de investigación, concebido en el seno del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Para las IES y los estudiantes

- Apoyar la formación, investigación e innovación en infraestructura.
- Formación teórico-práctica en laboratorios de clase mundial.
- Participación activa en proyectos industriales, de investigación e innovación de punta.
- Aprendizaje y capacitación *in situ* con empresas líderes.
- Acceso a diferentes opciones de posgrado de alta calidad y pertinencia.

Centro de Formación e Innovación para la Resiliencia de la Infraestructura Energética (CeFIRIE)

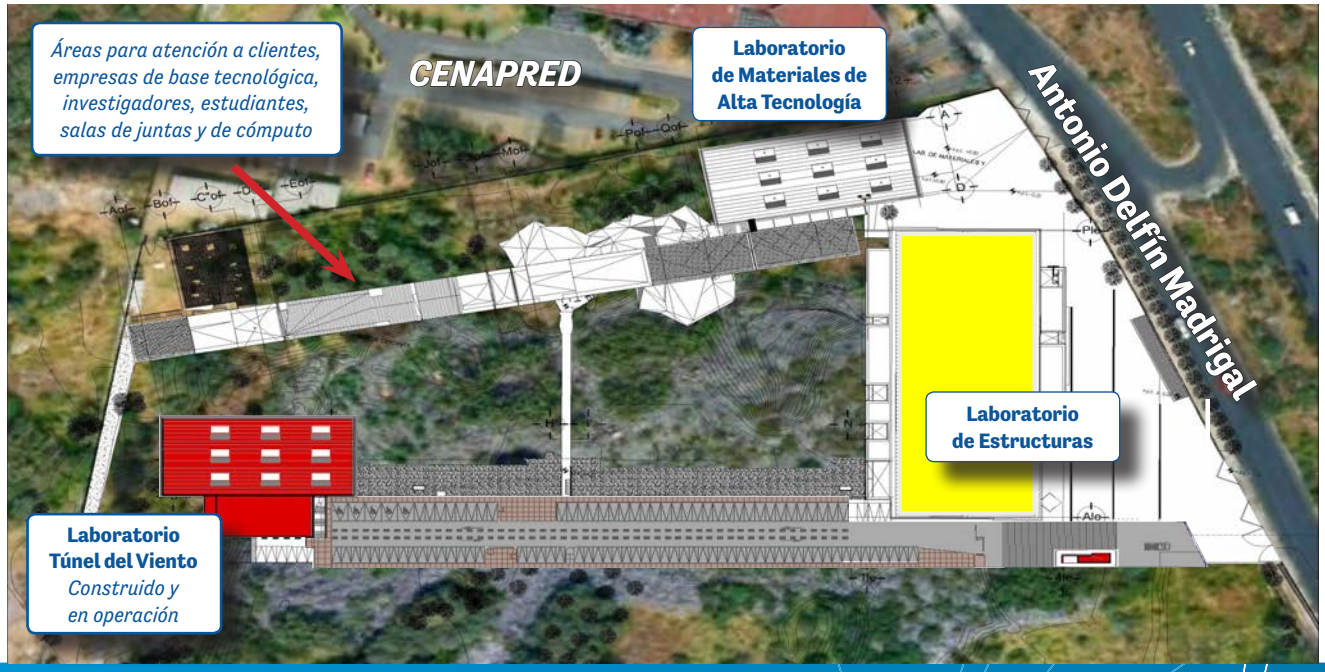
Un laboratorio abierto a la innovación y al fortalecimiento de la infraestructura en México

El 7 de mayo de 2013 se realizó la Tercera Asamblea General de Asociados de la Alianza FiiDEM, presidida por el Dr. José Narro Robles, en ese entonces su Presidente Honorario. En ésta, ante la presencia y testimoinio de los asociados se formalizaron el:

- **Convenio de Colaboración** suscrito entre la Coordinación de Innovación y Desarrollo de la UNAM y la Alianza FiiDEM, con el objeto de promover la formación e investigación en infraestructura y robustecer las capacidades de I+DT+i, y el
- **Contrato de Comodato** mediante el cual la UNAM otorga a la Alianza FiiDEM, a título gratuito, el uso de una superficie de 23,847.62 m^2.

De esta manera se creó nuestro primer Centro de Formación e Innovación que atiende de manera prioritaria la resiliencia de la infraestructura energética (CeFIRIE) integrando tres laboratorios: Estructuras, Materiales de Alta Tecnología y Túnel de Viento. Este Centro se encuentra abierto a instituciones públicas y privadas, operando con las mejores prácticas internacionales.

El Túnel de Viento es una herramienta científico-tecnológica que sirve para resolver problemas relacionados con la ingeniería de viento mediante el estudio experimental de los fenómenos y efectos eólicos, además de permitir la experimentación con modelos a escala y bajo condiciones complejas, verificando así el comportamiento de elementos para la calificación y asimilación de tecnología.



Para la materialización del Túnel de Viento fue fundamental la aprobación de recursos por parte de **CONACYT**, que permitió la atracción de recursos concurrentes.

Equipamiento

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

24.4 mdp

Construcción

ICA	COMISSA (Instituto de Ingeniería UNAM)	CEMEX	CONiiSA	alianza FiiDEM AC innovación en infraestructura
10.0 mdp	17.0 mdp	0.5 mdp	0.2 mdp	2.8 mdp

La construcción y equipamiento del Túnel de Viento estuvo a cargo de ICA–Construcción Urbana, con la participación de 41 empresas (seis de ellas extranjeras). La Dirección, Supervisión y Proyecto fue realizada por TLS Ingeniería, empresa 100% mexicana.

- Se generaron 17,490 jornales de septiembre de 2013 a septiembre de 2014.

Contenido:
— Obra civil: 100% nacional.
— Equipo: 81% nacional; 19 % importación: motor y turbina, cono difusor, inversor de frecuencia, sensores.

¿Qué es un túnel de viento?

Un túnel de viento es una herramienta científico-tecnológica que sirve para resolver problemas relacionados con la ingeniería de viento mediante el estudio experimental de los fenómenos y efectos eólicos. Las principales razones para realizar una prueba en túnel de viento son mejorar la confiabilidad del desempeño estructural y lograr efectividad en los costos ante este fenómeno natural.

En el Túnel de Viento se realiza investigación de punta sobre los efectos del viento en: estructuras, personas en espacios urbanos, equipos y movimiento de masas de aire, entre otros, mismos que se relacionan estrechamente con sus aplicaciones en ingeniería civil, arquitectura y meteorología.

¿Cuándo hacer una prueba de túnel de viento?

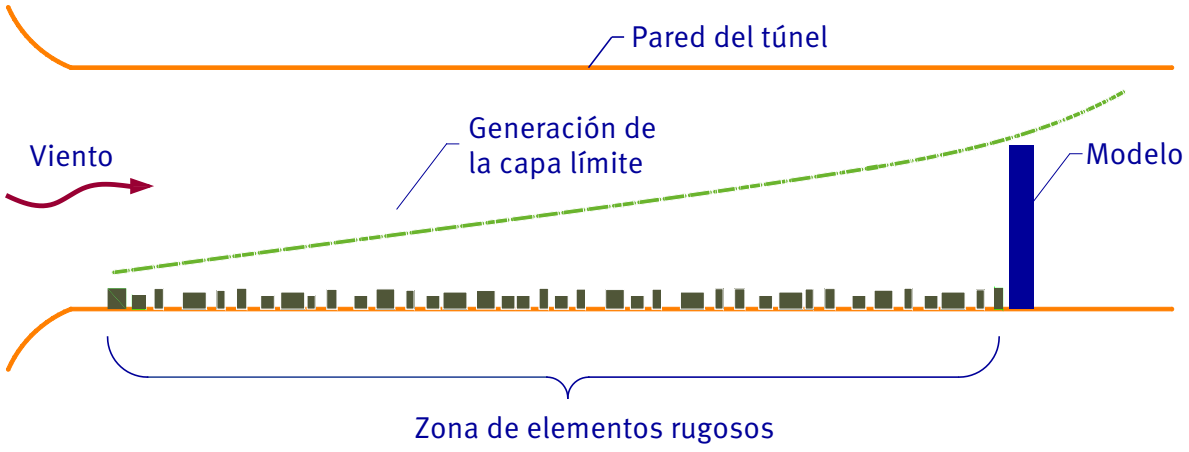
- Optimizar costos de construcción.
- Posibilidad de ocurrencia de problemas por viento.
- Estructuras con geometría poco común.
- Importancia de las estructuras.
- Verificación de criterios de comportamiento estructural.
- Evaluación de criterios de salud o medio ambiente.
- Revisión de criterios de confort en espacios urbanos.

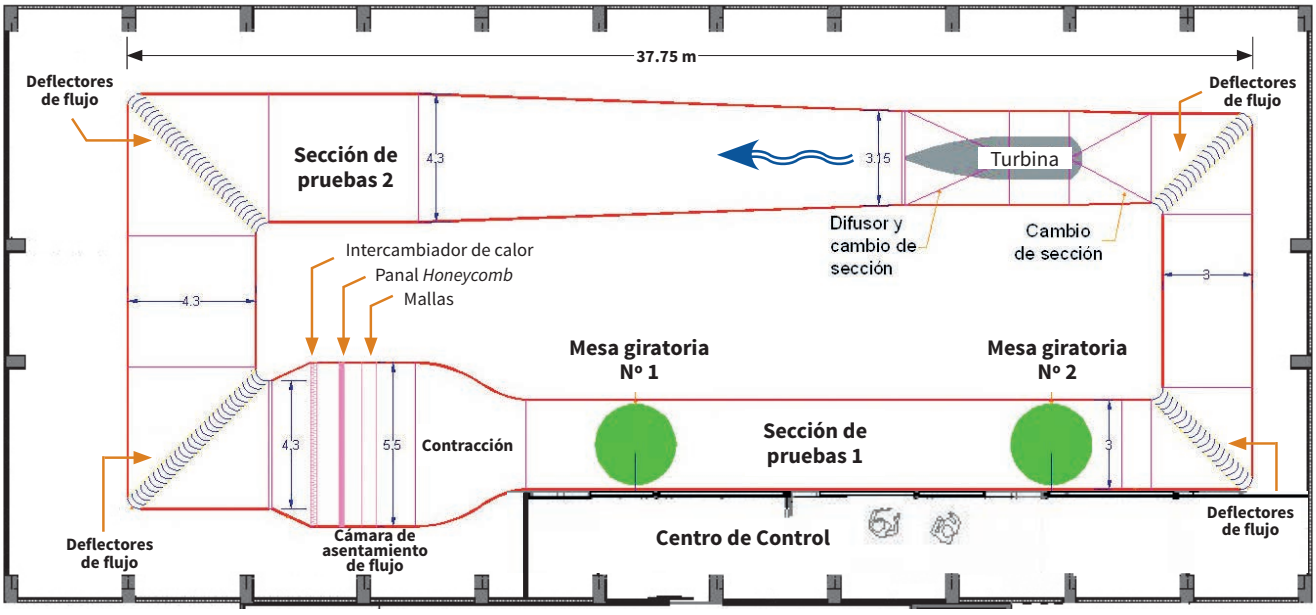
Áreas prioritarias de investigación

- Estructuras sometidas a acciones producidas por el viento.
- Materiales de construcción.
- Fenómenos aerodinámicos y aerostáticos.
- Efectos del viento sobre estructuras.
- Efectos del viento sobre personas.

Características

El Túnel de Viento es del tipo de **capa límite atmosférica, de circuito cerrado**, lo que permite tener un control adecuado del flujo (velocidad, presión y temperatura); tiene 37.75 m de largo por 13.9 m de ancho, y cuenta con dos secciones de pruebas: la primera incluye dos áreas de pruebas de 3 m de ancho por 2 m de alto cada una —separadas por una distancia de 14 m—, y la segunda es de 4.3 m de ancho por 4 m de altura y una longitud de 5 m. El área de pruebas principal está entre las 14 más grandes del mundo.





Planta primer nivel, distancias en metros.

Circuito

Una vez que el motor genera el flujo, éste es repartido en toda la sección transversal variable en la zona del difusor con el fin de tener un flujo uniforme a su llegada a la sección de pruebas 2. Los codos a 90° de las esquinas permiten el cambio de dirección e impiden la separación del flujo. En la sección de pruebas 1 se puede desarrollar la capa límite.

Turbina

Se puede generar una velocidad máxima de 100 km/h, suficiente para simular los efectos turbulentos del viento bajo diferentes condiciones de flujo. Durante una simulación o estudio se pueden analizar, en modelos a escala, los efectos de vientos equivalentes a un huracán de categoría 4.

Secciones de pruebas

Sobre las mesas giratorias de la sección de pruebas 1 se instalan los modelos, lo que permite rotarlos para simular diferentes direcciones de incidencia del viento. Se pueden realizar pruebas de modelos de sección, balanza de fuerza y aeroelásticas. Además se puede evaluar el efecto de la trayectoria del viento alrededor de los edificios o en zonas urbanas. En las secciones de prueba, cuando se requiere, se colocan dispositivos para aumentar la capa límite y generar turbulencia. Los modelos a escala fabricados por *outsourcing* pueden ser ajustados en el mismo laboratorio.

Equipo de registro

Permite medir las deformaciones, velocidades, aceleraciones, temperatura y presiones que se producen en los modelos por efecto del viento. El análisis y post-proceso de la información registrada permite evaluar el comportamiento de los modelos a escala o de la simulación o estudio que se esté realizando.

Cámara de asentamiento

En esta zona de difusión/contracción —tipo Venturi— se acondiciona el flujo de viento para que llegue con la calidad, presión, temperatura y velocidad deseadas a la sección de pruebas 1. Esto se logra gracias a que en su interior se tiene un intercambiador de calor, un panal *honeycomb* y dos mallas metálicas.

Modelo de operación

La operación técnica del laboratorio está a cargo del Instituto de Ingeniería de la UNAM, con el apoyo de un Comité Técnico Consultivo integrado por diversas instituciones de educación superior. La administración integral es realizada por la Alianza FiiDEM.

Los servicios brindados por el laboratorio Túnel de Viento son ofrecidos a otras instituciones educativas (universidades e institutos de investigación) que deseen desarrollar proyectos relacionados con la ingeniería de viento.

El Túnel de Viento tiene la capacidad de prestar servicios a países de Centro y Sudamérica. Entre ellos destaca el ambicioso programa de desarrollo de infraestructura que realiza Chile y el acelerado programa de construcción de edificios altos en Panamá. Es importante mencionar que no existen instalaciones con especificaciones similares en nuestro país.

Principales servicios que puede proveer el Túnel de Viento

Las aplicaciones y pruebas que se desarrollarán en el CeFIRIE serán fundamentales para el desarrollo de la infraestructura en México, como son: puentes, edificios, túneles, vivienda, plantas industriales, presas, vialidades, carreteras y estructuras marinas, entre otras. Entre las aplicaciones del Túnel de Viento se pueden mencionar:

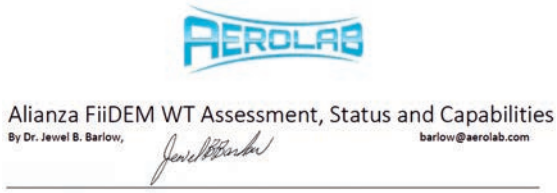
- Mejorar la confiabilidad del diseño estructural.
- Diseño de dispositivos para mitigar los efectos del viento.
- Determinación de cargas estáticas y dinámicas del viento sobre puentes, edificios, chimeneas y otras estructuras civiles singulares.
- Efectos del viento en diversos elementos arquitectónicos.
- Análisis somero de problemas derivados del transporte de masas gaseosas contaminantes.
- Determinación de las condiciones de viento (en flujos) sobre terrenos complejos.
- Elaboración de normas.

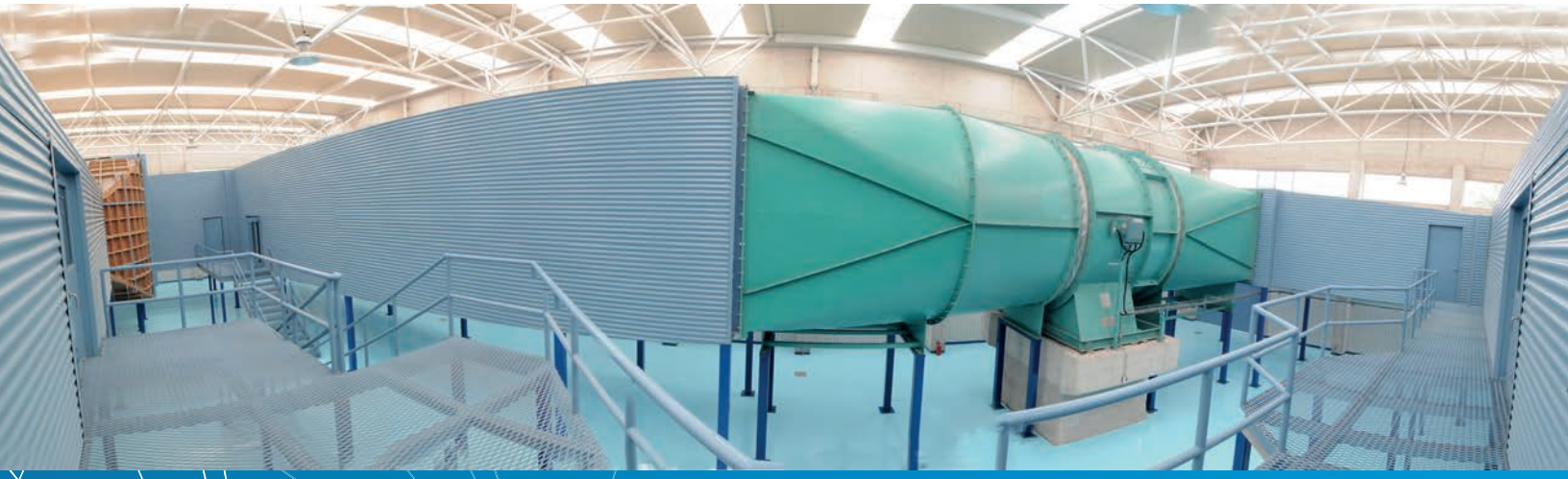
El Dr. Jewel B. Barlow, director del Túnel de Viento Glenn Martin de la Universidad de Maryland, realizó una evaluación en sitio de las instalaciones y equipamiento de nuestro laboratorio.

Principales hallazgos

Es un túnel con muchas aplicaciones para realizar ingeniería de viento y para realizar otro tipo de pruebas en túneles de viento.

- Tiene un excelente diseño y acabados. De hecho, los acabados de las superficies son mucho mejores que los de otros túneles de viento en el mundo.
- Tiene características térmicas y acústicas mejores que las de la mayoría de los túneles de viento en el mundo.
- La instrumentación, el sistema de sensores y de adquisición de datos Scanivalve son tecnología de punta.
- Las dos mesas giratorias están bien diseñadas y son muy adecuadas para colocar los modelos.
- La sección transversal del Túnel de Viento de FiiDEM está entre las más grandes del mundo para ingeniería de viento.
- Los deflectores en este túnel de viento están diseñados aerodinámicamente en lugar de simplemente ser placas planas.
- La turbina y ventilador son de alta calidad.
- El intercambiador de calor de este túnel de viento permitirá un control más preciso de la temperatura e incrementará la capacidad de realizar mediciones precisas.
- El diseño del cono de contracción también es tecnología de punta. Los detalles de construcción y materiales son muy adecuados.
- En resumen, el Túnel de Viento de la Alianza FiiDEM tiene las características necesarias para llevar a cabo trabajo de ingeniería de viento de alta calidad.





El Túnel de Viento fue inaugurado en febrero de 2015 por el Dr. José Narro Robles, el Dr. José Antonio Mead Kuribreña, el Ing. Bernardo Quintana Isaac, el Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro y el Ing. Alfonso Ramírez Lavín.

Ceremonia de inauguración del Túnel de Viento, 3 de febrero de 2015. *De izquierda a derecha: Ing. Alfonso Ramírez Lavín, Dr. José Narro Robles, Dr. José Antonio Meade Kuribreña, Ing. Bernardo Quintana Isaac y Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro.*

La ingeniería mexicana cuenta, a partir de ahora, con un espacio donde plantearán soluciones a problemas en materia de Ingeniería de Viento.

Dr. José Narro Robles
Rector de la UNAM y
Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM en 2015.

En el Túnel de Viento ya se concluyeron varios estudios y existen diversas propuestas en proceso de negociación:

*Proyectos ejecutados**	*Proyectos en negociación y elaboración de propuestas**
• Ampliación del edificio terminal del aeropuerto de Acapulco (OMA-ICA)	• Conjunto residencial de tres torres en Pachuca, Hgo. (IDEURBAN)
• Invernaderos de la empresa HAS-IT, Zacatecas.	• Edificaciones en Puebla (IDEURBAN)
• Paneles solares (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias – INEEL)	• Torre Américas en Guadalajara (ALBA)
	• Centro Corporativo Reforma 202
• Prototipo de turbina eólica de baja potencia, IER-UNAM	• Proyecto edificio La Nube, San Pedro Garza García, N.L.
	• Edificio Torre Bora, en Santa Fe, Ciudad de México
*Otros proyectos en negociación**	• Estructuras módulos fotovoltaicos, IER UNAM
• Tráiler tipo "Transformer" con pantallas LED	• Pruebas experimentales Puente Nanay, Perú
• Proyecto del Telescopio de San Pedro Mártir	• Monumento Virgen del Cisne, Ecuador (Hugo Tipan)

** A mayo de 2017.*

Los beneficios son incalculables para fines de diseño estructural. En nuestro caso, es un edificio con arquitectura, digamos, caprichosa, como dirían los arquitectos. Los datos que arroja el resultado de la prueba física del modelo a escala en el túnel de viento los compartimos con el diseñador estructural, a quien le aportó información muy valiosa para poder revisar el cálculo de la estructura.

Ing. Roberto Ontiveros Chávez
Director de Infraestructura y Mantenimiento
OMA – Grupo Aeroportuario del Centro-Norte

Proyectos de investigación y tesis

Se realizó la evaluación en el Túnel de Viento de una turbina eólica diseñada para prototipos de baja potencia y de una estructura con módulos fotovoltaicos, IER UNAM.

Por parte del II-UNAM se tiene la dirección de 11 tesis:

- seis de licenciatura
- una de maestría
- cuatro de doctorado

Se becó a un estudiante para doctorado en Ingeniería de Viento.

La creación del Túnel del Viento con la Alianza FiiDEM es un ejemplo de una novedosa forma de trabajo y que abre grandes posibilidades a la transferencia de nueva tecnología.

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector de la UNAM y
Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM
(Palabras pronunciadas durante la visita al Túnel de Viento en junio de 2016)

Con el Túnel de Viento ya en operación, el siguiente paso es la construcción de los laboratorios de Estructuras y de Materiales de Alta Tecnología, para lo cual se requiere de una inversión de más de **1,200 millones de pesos**.

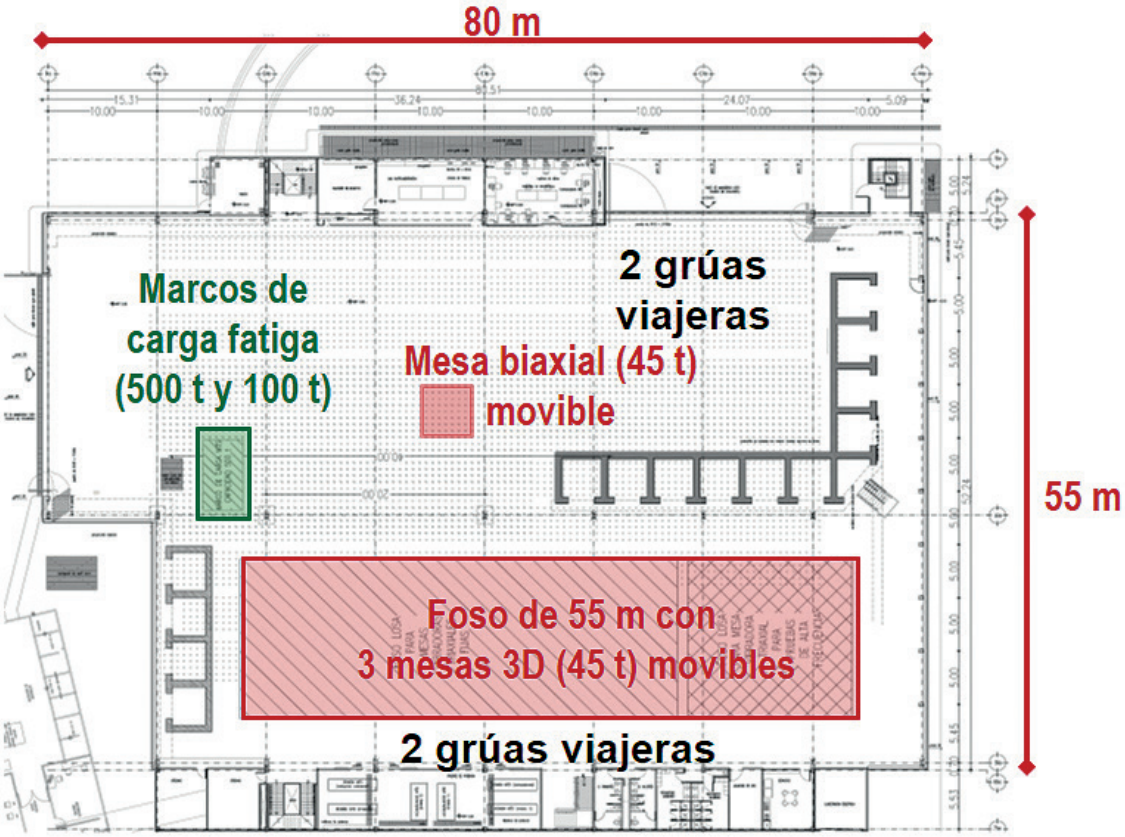
Renders del proyecto de los laboratorios de Estructuras y de Materiales de Alta Tecnología y del conjunto del CeFIRIE.

El **Laboratorio de Estructuras** brindará la posibilidad de contar con una infraestructura más segura, resiliente, sustentable y económica. Gracias a las pruebas que allí se realicen se dará un valor agregado a la eficiencia energética de los proyectos estudiados.

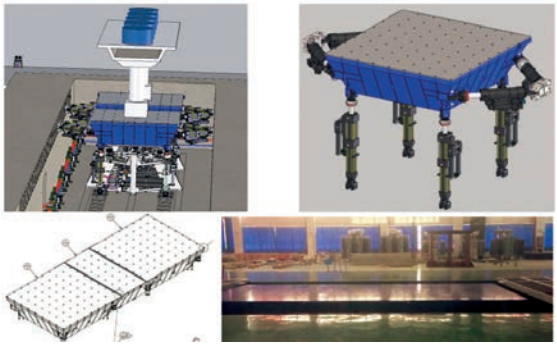
Equipamiento

El Laboratorio de Estructuras del CeFIRIE contará con el siguiente equipamiento de última generación:

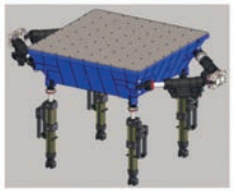
- Muro de reacción en forma de “L” con lados de 16.8 y 25.2 m y una altura de 15 m.
- Losa de reacción 65 × 25 m.
- Elementos de acero y bloques de concreto.
- Grúas viajeras eléctricas de doble gancho de 30 y 5 t.
- Plataforma telescópica y montacargas.
- Equipo diverso resaltando la infraestructura de TIC’s para trabajar en línea con otras instituciones nacionales e internacionales.
- 50 gatos hidráulicos de doble acción (tensión y compresión) para pruebas estáticas, con capacidad de 100 a 5000 kN.
- Sistema de enfriamiento compuesto por dos unidades.
- Red hidráulica a presión.
- Infraestructura de abastecimiento de energía eléctrica.



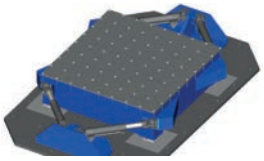
Mesas vibradoras triaxiales movibles de 4×4 m (frecuencia 0.1–50 Hz, 45 t) con puente (2x4 m) para armar mesa de 4x10 m



Tres mesas vibradoras triaxiales
Dimensión: 4×4 m
Peso máximo de los modelos: 45 t
Banda de frecuencias 0.1–50 Hz
Aceleración: ± 1.5 g
Desplazamientos: ± 30 cm



Una mesa vibradora biaxial
Dimensión: 4×4 m
Peso máximo de los modelos: 45 t
Banda de frecuencias 0.1–50 Hz
Aceleración: ± 1.5 g
Desplazamientos: ± 35 cm

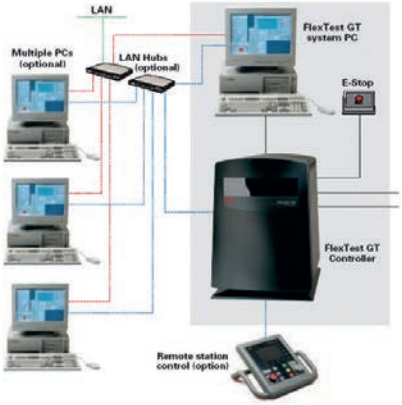


Marco de carga MTS para pruebas de fatiga con capacidades de **5,000 kN** y 300 mm de desplazamiento

Marco de carga MTS para pruebas de fatiga con capacidad de **1,000 kN**

Cuatro unidades de potencia hidráulica
- Capacidad: 680 lpm

16 actuadores dinámicos
- Con control servo-hidráulico MTS de 500 a 2,000 kN para pruebas híbridas



Dos controladores Flex Test GT para cuatro estaciones de prueba c/u:
- 8 acondicionadores de señales (DC/AC) e interfases Open-Sees y Open-Fresco
- Computadoras

Por su parte, el **Laboratorio de Materiales de Alta Tecnología** permitirá crear materiales con mayor resistencia y durabilidad, así como menor impacto ecológico y menor costo de mantenimiento.

Con la construcción del Túnel de Viento, la Alianza FiiDEM demostró que se puede construir en tiempo, costo y calidad un laboratorio de clase mundial, gracias a una estricta planeación, un proyecto ejecutivo completo, así como una dirección y supervisión de obra en un marco de ética.

Alianza FiiDEM, innovando y fortaleciendo la infraestructura de México

www.alianzafiidem.org
info@alianzafiidem.org

Alianza FiiDEM AC

@FiiDEM

Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C.
Delfín Madrigal 668
Col. Pedregal de Santo Domingo
04360 Coyoacán, Ciudad de México
(Ubicación en Google Maps: http://bit.ly/2as7RzX)

Dr. Enrique Graue Wiechers
Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM

Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro
Represenante del Presidente Honorario de la Alianza FiiDEM

DIRECCIÓN GENERAL
Ing. Alfonso Ramírez Lavín
Director general
arlavin46@gmail.com
Teléfono: + 52 (55) 5622 6735

FORMACIÓN ESPECIALIZADA Y MULTIDISCIPLINARIA
Act. Mario Páez Bernal
Director de Formación y Gestión del Conocimiento
mario.paez@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5622 6736

Ing. Eugenio Enríquez Castillo
Coordinador de la Unidad de Formación Especializada
eugenio.enriquez@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5622 6737 ext. 89704

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO E INTELIGENCIA TECNOLÓGICA
Fís. Bernardo Silva Fernández del Campo
Coordinador de la Unidad de Inteligencia Tecnológica Competitiva
bernardo.silva@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5622 6737 ext. 89724

CONSULTORÍA EN PROYECTOS DE ALTA ESPECIALIDAD
I.Q. Arturo R. Rosales González
Director de Planeación y Gestión de Recursos
arosales34@gmail.com
Teléfono: +52 (55) 5623 3541

CENTROS DE FORMACIÓN E INNOVACIÓN
I.Q. Rodolfo del Rosal Díaz
Coordinador de Laboratorios
rodolfo.delrosal@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5622 6739

DIFUSIÓN
Q. Arturo Villegas Rodríguez
Coordinador de Difusión y Divulgación
info@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5623 3500 ext. 1461

JURÍDICO
Mtro. Marcial López García
Coordinador Jurídico
marcial.lopez@alianzafiidem.org
Teléfono: +52 (55) 5623 3500 ext. 1317

ACTUALIZACIÓN: Junio 2017.