

PLAN ESTRATÉGICO DE MEDIANO PLAZO 2014-2018

Contenido

1. Diagnóstico FODA.....	1
2. Diagnóstico de Problemas.....	13
3. Misión y Visión.....	14
4. Objetivos Estratégicos.....	15
5. Indicadores Estratégicos.....	17
6. Fichas de Indicadores Estratégicos.....	20
7. Metas estratégicas.....	32
8. Estrategias para cada Objetivo Estratégico.....	35
9. PAT. Proyectos por Estrategia.....	38
10. Plan de Crecimiento.....	59
11. Proyecciones financieras multianuales.....	63
12. Proyecto para el establecimiento de una Unidad Foránea en Mérida.....	65
13. Proyecto para el establecimiento de la "Casa Matemática de Oaxaca".....	80
14. Proyecto para el establecimiento de una Red Privada de Telecomunicaciones entre Centros Públicos de Investigación e Instituciones de Educación Superior de Guanajuato.....	92
15. Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría.....	98
16. Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática "LM3".....	106

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
I	Investigación científica	<p>1. Las áreas de investigación que se cultivan en el Centro cubren un amplio espectro de las matemáticas que pueden favorecer el trabajo multidisciplinario y transversal.</p> <p>2. Grupos de investigación de alto rendimiento científico, integrados por investigadores y técnicos académicos formados en instituciones internacionales de reconocido prestigio.</p> <p>3. Prácticamente todos los investigadores ordinarios tiene el grado de doctorado.</p> <p>4. La gran mayoría de los artículos de investigación son publicados en revistas internacionales con arbitraje</p> <p>5. El 90% de los</p>	<p>1. El proceso de consolidación de ciertos grupos de investigación ha sido más lento de lo esperado.</p> <p>2. Los mecanismos institucionales de que se dispone no han sido suficientes para lograr una integración homogénea entre los grupos de investigación, especialmente en el caso de las subseces.</p> <p>3. Enfoques distintos de la investigación entre las subseces y la sede principal.</p> <p>4. Mecanismos institucionales insuficientes para compensar el envejecimiento de la planta académica.</p>	<p>1. Apoyos de CONACYT (repatriaciones y becas para estancias posdoctorales) que permiten incorporar nuevos elementos a los grupos de investigación.</p> <p>2. Apoyos de CONACYT (sabáticos y estancias posdoctorales) que favorecen las oportunidades de intercambio académico</p> <p>3. Fondos sectoriales y mixtos de CONACYT ofrecen financiamiento para proyectos de investigación básica y aplicada.</p> <p>4. Reconocimiento internacional que propicia el intercambio académico.</p> <p>5. Financiamiento internacional para apoyar actividades puntuales de</p>	<p>1. Falta de plazas para revertir el envejecimiento de la planta académica.</p> <p>2. Restricciones presupuestales que afectan el desarrollo de la investigación.</p> <p>3. Favorecimiento de tendencias hacia ciertas líneas de investigación orientada, que genera cierto desequilibrio entre los grupos de investigación básica.</p> <p>4. Demanda de investigación orientada que, en su mayoría, no implica retos que permitan el retorno hacia la investigación básica.</p> <p>5. Mejores condiciones laborales ofrecidas en el sector privado específicamente en las áreas de Estadística y Computación</p>

	<p>investigadores ordinarios pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, y cerca del 70% en los niveles II y III.</p> <p>6. Colaboraciones de largo plazo entre investigadores del Centro y científicos de instituciones extranjeras de reconocido prestigio</p> <p>7. Capacidad instalada para organizar eventos científicos de alcance internacional.</p> <p>8. Buen poder de convocatoria del Centro como institución para realizar estancias posdoctorales</p>		<p>investigación.</p> <p>6. Demanda interinstitucional para que los grupos de investigación del Centro participen en proyectos multidisciplinarios.</p>	<p>que dificultan la atracción de investigadores con perfiles orientados hacia la investigación aplicada.</p>
--	---	--	---	---

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
II	Docencia y Formación de Recursos Humanos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todos los programas orientados a la investigación acreditados ante el Padrón Nacional de Programas de Calidad en los niveles de Competencia Internacional y Consolidado 2. Planta docente integrada por los investigadores del Centro. 3. Los programas de estudio contienen un balance flexible y sano entre materias obligatorias y optativas, y entre formación básica y aplicada. 4. El programa está inmerso en un ambiente académico estimulante, por la coexistencia en el CIMAT de tres áreas del conocimiento 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poca colaboración horizontal 2. entre los distintos programas 3. Algunas líneas de generación y adquisición del conocimiento aún necesitan reforzarse. 4. Cursos impartidos únicamente en español lo que restringe la captación de alumnos no hispanófonos. 5. El ritmo de crecimiento de la matrícula rebasa al de la infraestructura física. 6. Dispersión de esfuerzos en varios miembros debido a múltiples actividades. 7. Si bien se circulan anuncios de empleadores y becas de estudios entre los estudiantes y egresados del programa, se carece de una bolsa de 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Becas de manutención para los estudiantes, ofrecidas por CONACYT y otras instancias gubernamentales. 2. Apoyos gubernamentales para el fortalecimiento de la infraestructura de los posgrados. 3. Oportunidades de financiamiento para continuar estudios de posgrado en el extranjero 4. Buena percepción del nivel académico de los egresados que potencia sus posibilidades de empleo y de continuidad de estudios en otras instituciones nacionales y extranjeras. 5. Demanda creciente de egresados con los 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducciones presupuestales de los apoyos gubernamentales para el otorgamiento de becas. 2. El deterioro económico de las familias limita las posibilidades de desplazamiento para estudiar fuera de sus lugares de origen. 3. El surgimiento de nuevos programas de posgrado en líneas afines disminuye potencialmente la captación de alumnos. 4. Bajo nivel académico en los niveles previos a los programas ofrecidos por el Centro que impactan directamente en la eficiencia Terminal y en los hábitos de estudio para trabajar en un ambiente de alto

		<p>(Matemática, Probabilidad y Estadística y Ciencias de la Computación.</p> <p>5. Ambiente internacional propiciado por la presencia frecuente de investigadores extranjeros</p> <p>6. Participación de los alumnos en proyectos de investigación, de transferencia de tecnología y de divulgación de la ciencia.</p> <p>7. Infraestructura física especialmente diseñada para atender las necesidades de estudiantes de alto rendimiento</p> <p>8. Biblioteca y otros recursos de información altamente competitivos.</p> <p>9. Disponibilidad de recursos para intercambio y participación en eventos académicos.</p>	<p>trabajo formalmente establecida.</p> <p>8. Seguimiento de egresados</p> <p>9. Limitaciones presupuestales para realizar actividades propedéuticas.</p>	<p>perfiles de algunos de los programas.</p> <p>6. Incremento gradual de alumnos extranjeros que amplía la visibilidad de los programas y potencia el crecimiento de su zona de influencia.</p>	<p>rendimiento</p> <p>5. Distanciamiento de los alumnos de sus familias nucleares que, eventualmente puede afectar su rendimiento académico.</p>
--	--	--	---	---	--

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
III	Desarrollo Tecnológico	<p>1. Participación de personal científico en los proyectos de DT, aportando el Estado del Arte de campos científicos cultivados en el Centro</p> <p>2. Alta capacidad en la identificación y análisis de problemas y diseño de metodologías <i>ad hoc</i> para problemáticas específicas</p> <p>3. Capacidad para el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos para su transformación en herramientas tecnológicas de información</p>	<p>1. Falta de consolidación de los procesos para la protección de la propiedad intelectual</p> <p>2. Falta profesionalizar la gestión de proyectos</p> <p>3. Brechas de comunicación entre agentes generadores de conocimiento, desarrolladores de tecnología y usuarios y clientes</p> <p>4. Divergencias en la concepción de los qué y los cómo de las actividades de DT; insuficiencia de las políticas para establecer</p>	<p>1. Programas públicos para elevar la competitividad de la planta productiva</p> <p>2. Facultación para la generación de empresas comercializadoras otorgada en la LCyT</p> <p>3. Incremento en la demanda de cómputo de alto desempeño</p> <p>4. Necesidad de fundamentos matemáticos en la gran mayoría de los campos tecnológicos</p> <p>5. Apoyos gubernamentales de las</p>	<p>1. Baja capacidad en las empresas para asimilar las tecnologías derivadas de las matemáticas</p> <p>2. La legislación aplicable a los centros de investigación genera procesos largos que afectan los tiempos de respuesta ante usuarios y clientes</p> <p>3. Proliferación de soluciones prefabricadas, a bajo costo para soluciones de corto plazo, que soslayan en ocasiones el fondo de la problemática</p> <p>4. Entorno financiero</p>

		<p>4. Presencia en cuatro localidades y dos regiones geográficas con capacidad de atender demanda local</p> <p>5. Diseño de soluciones con fundamentación científica, integrales y de largo plazo</p>	<p>el alcance y enfoque de las mismas.</p> <p>5. Necesidad de instancias integradoras de las actividades de DT del Centro</p> <p>6. Mecanismos de gestión del conocimiento inadecuados para que los proyectos desarrollados se incorporen al capital institucional</p> <p>7. Procesos e instrumentos de promoción limitados por la falta de gestión del conocimiento</p>	<p>localidades en que se tiene presencia</p> <p>6. Las capacidades matemáticas de las organizaciones usuarias son inadecuadas para abordar problemáticas de alta complejidad, lo que les genera la necesidad de vincularse con actores especializados</p>	<p>poco favorable que origina el desgaste del personal en la búsqueda y generación de recursos propios, con el riesgo de desvirtuar la Misión del Centro</p> <p>5. Condición de Centro Público de Investigación, que propicia en los usuarios de los proyectos sean desarrollados sin costo o a bajos costos por el Centro</p>
--	--	---	--	---	--

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
IV	Vinculación	<p>1. Coexistencia de científicos de diversos campos de las matemáticas que posibilitan el desarrollo de proyectos multidisciplinarios</p> <p>2. Se ha capitalizado el prestigio del Centro para ampliar la interacción con otras organizaciones y atender proyectos multidisciplinarios más complejos</p> <p>3. La disposición de muchos estudiantes para integrarse al desarrollo de proyectos de vinculación, que amplía la capacidad de atención</p>	<p>1. Un sector de los investigadores es temeroso de involucrarse en proyectos de vinculación debido al poco convencimiento de que las aplicaciones pueden generar problemas de investigación original y viceversa</p> <p>2. Necesidad de instancias integradoras de las actividades de vinculación</p> <p>3. Poca claridad en el impacto alcanzado a través de las actividades de vinculación</p>	<p>1. Condición de Centro Público, que permite ser contratado por otras instancias públicas sin necesidad de concurso</p> <p>2. Visibilidad y posicionamiento público del Centro</p> <p>3. Las capacidades matemáticas de las organizaciones usuarias son inadecuadas para abordar problemáticas de alta complejidad, lo que les genera la necesidad de vincularse con actores especializados</p> <p>4. Necesidad de fundamentos</p>	<p>1. Problemáticas de baja complejidad que consumen tiempo de personal especializado que no representan retos matemáticos</p> <p>2. Presiones externas para que el Centro se convierta en subsidiario de proyectos que no generan valor científico</p> <p>3. El desconocimiento generalizado de que las matemáticas constituyen una sólida herramienta para resolver problemas de muy diversa índole reduce las posibilidades de atraer proyectos potenciales.</p>

		<p>4. Talento y vocación de científicos y técnicos para desarrollar aplicaciones y atender las problemáticas presentadas al Centro</p> <p>5. Presencia en cuatro localidades y dos regiones</p>	<p>4. Mecanismos de gestión del conocimiento inadecuados para que los proyectos desarrollados se incorporen al capital institucional</p>	<p>matemáticos en la gran mayoría de las áreas de conocimiento</p> <p>5. Integración de los Centros Públicos de Investigación como Sistema potencia la atención de problemáticas transversales a través de la multidisciplinariedad</p>	
--	--	---	--	---	--

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
V	Innovación	<p>1. Aplicabilidad de los campos científicos cultivados</p> <p>2. Personal técnico-académico con amplias capacidades para vincular el trabajo de investigación con los usuarios potenciales</p> <p>3. Las competencias matemáticas con las que cuenta el Centro son requeridas en prácticamente cualquier desarrollo de nuevas tecnologías</p>	<p>1. Mecanismos de gestión del conocimiento inadecuados para que los proyectos desarrollados se incorporen al capital institucional</p> <p>2. Procesos e instrumentos de promoción limitados por la falta de gestión del conocimiento</p> <p>3. Pérdida de novedad de las invenciones por publicación de resultados de investigación</p> <p>4. No se cuenta con personal experto en propiedad intelectual</p>	<p>1. Fondos gubernamentales destinados específicamente para el apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología</p> <p>2. Incremento en el interés de las empresas por el uso de nuevas tecnologías</p>	<p>1. El desconocimiento generalizado de que las matemáticas constituyen una sólida herramienta para resolver problemas de muy diversa índole reduce las posibilidades de atraer proyectos potenciales.</p> <p>2. La legislación mexicana en materia de propiedad intelectual no considera objeto de patentamiento a los programas de cómputo</p> <p>3. El Sistema Nacional de Investigadores demanda la generación de publicaciones</p>

					4. Escasa inversión del sector empresarial en investigación y desarrollo
--	--	--	--	--	--

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.1 Breve Semblanza del CPI mediante el FODA

No.	Dimensión	Variables Internas		Variables del Entorno	
		Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
VI	Difusión	<p>Amplia trayectoria del Centro en la difusión de las matemáticas en todos los niveles educativos y en general hacia la sociedad a través de actividades como talleres, conferencias y visitas.</p> <p>Vocación entre el personal científico y tecnológico, así como entre el estudiantado para realizar actividades de difusión de las matemáticas</p> <p>Capacidad de organización de diversos eventos científicos especializados, que ha generado una amplia</p>	<p>La publicación de productos de difusión a través de medios masivos es poco frecuente</p> <p>Los resultados del Centro en el ámbito de la investigación son poco susceptibles de ser comunicados a públicos no especializados.</p> <p>Las posibilidades para comunicar los resultados del Centro en los ámbitos del desarrollo tecnológico y la innovación son limitados, debido a que frecuentemente están protegidos mediante cláusulas de confidencialidad</p>	<p>Amplio interés de instituciones educativas por participar en actividades de difusión de la ciencia, propicia para orientar la demanda selectivamente</p> <p>Trabajo interdisciplinario que permite hablar de las matemáticas desde otras perspectivas</p> <p>Relación de las matemáticas con prácticamente todos los ámbitos científicos y tecnológicos</p>	<p>Descenso en la disponibilidad de recursos para la organización de eventos.</p> <p>Disminución de asistentes a eventos por falta de recursos o bien por la percepción de inseguridad nacional en el extranjero.</p> <p>En el ámbito del público en general, percepción estigmatizada o bien sobre-simplificación de las matemáticas</p>

		visibilidad del Centro en el ámbito nacional e internacional	<p>Los mecanismos para institucionalizar la organización de las actividades de difusión aún son incipientes</p> <p>No se cuenta con la capacidad cuantitativa para satisfacer toda la demanda de actividades de difusión</p>		
--	--	--	--	--	--

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

1. Diagnóstico

1.2 Principales problemas que atiende el CPI en la Región y en el país.

Principales problemas que atiende el CPI

Para el Desarrollo del País

- 1. Fortalecimiento de la productividad a través del mejoramiento de las competencias matemáticas en todos los sectores y niveles de la población**
2. Generación y aplicación de conocimientos matemáticos para la detección, análisis y diseño de soluciones a problemáticas en todos los sectores de la sociedad
3. Formación de profesionales altamente especializados requeridos en todos los sectores de la sociedad
4. Desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que requiere el país para una inserción eficiente en la sociedad de la información
5. Vinculación entre los actores relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y las actividades del sector empresarial, para la transferencia y el aprovechamiento del conocimiento
6. Desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente
7. Fortalecimiento de la infraestructura física científica y tecnológica del país

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	2. Misión	3. Visión 2014-2018

Misión del Centro ¹	Visión del Centro 2014-2018
<p>El Centro de Investigación en Matemáticas AC es un centro público de investigación integrado al Sistema de Centros Públicos CONACYT, dedicado a la generación, transmisión y aplicación de conocimientos especializados en las áreas de matemáticas, estadística y ciencias de la computación.</p> <p>Orientado hacia la investigación científica, la formación de recursos humanos de alto nivel, el mejoramiento de la competencia matemática de la sociedad, así como al apoyo en la solución de problemas que competen a sus áreas de interés, el CIMAT busca contribuir al desarrollo científico y tecnológico de México.</p>	<p>Ser un centro de investigación de excelencia y polo de desarrollo científico en progresiva consolidación, reconocido a nivel nacional e internacional en sus áreas de especialización; fortalecido en su capacidad de convocatoria y en la integración de una masa crítica en grupos de alto rendimiento científico, y ser modelo de eficiencia y crecimiento e impacto social para otros centros de investigación.</p>

¹ Que tenga como marco de referencia el Objeto de la Institución establecido en el instrumento jurídico de creación.

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

4. Objetivos Estratégicos

Misión del Centro

El Centro de Investigación en Matemáticas AC es un centro público de investigación integrado al Sistema de Centros Públicos CONACYT, dedicado a la generación, transmisión y aplicación de conocimientos especializados en las áreas de matemáticas, estadística y ciencias de la computación.

Orientado hacia la investigación científica, la formación de recursos humanos de alto nivel, el mejoramiento de la competencia matemática de la sociedad, así como al apoyo en la solución de problemas que competen a sus áreas de interés, el CIMAT busca contribuir al desarrollo científico y tecnológico de México.

Objetivos Estratégicos

No.	Descripción	Justificación
1	Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro.	<p>La continuidad y consolidación de la investigación permite contribuir a abordar problemas científicos y tecnológicos relevantes que sitúen a México en la frontera del conocimiento y la innovación, posibilitando así su competitividad en los circuitos internacionales</p> <p>El desarrollo y aplicación del conocimiento matemático son fundamentales para atender problemas prioritarios que a la postre se cristalicen en una mejora de la competitividad, de la economía y de la calidad de vida.</p>
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	<p>La formación de profesionales altamente especializados es requerida por todos los sectores de la sociedad, como factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad necesarias para la inserción eficiente del país en la sociedad del conocimiento.</p> <p>Dado que las matemáticas son a las ciencias básicas lo que las ciencias básicas son a la tecnología, es de alta prioridad incrementar de manera significativa el número de profesionales de este campo altamente capacitados para participar en los ámbitos de la investigación básica y aplicada, la docencia y</p>

		el desarrollo tecnológico del país.
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	<p>Creer en competitividad se relaciona, entre muchas otras cosas, con el grado de apropiación del conocimiento científico y tecnológico. Para el sector privado, que enfrenta una presión en aumento por los efectos combinados de la globalización económica y el acelerado cambio climático y su consecuente crisis energética, es urgente desarrollar una alta capacidad de innovación en todos los ámbitos de las empresas: productivo, comercial y organizativo.</p> <p>Para los sectores público y social, incorporar conocimiento de alto nivel representa la oportunidad de afrontar problemas con herramientas que generen soluciones viables y de largo plazo.</p> <p>La apropiación y comprensión pública de la ciencia se habrá de construir mediante una relación bilateral de largo plazo, que comienza con acercamientos a tempranas edades y desde los niveles educativos básicos.</p>

Nombre del CPI

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Indicadores Estratégicos por objetivo

Objetivos Estratégicos		Indicadores estratégicos			Metas	
No.	Descripción	No.	Nombre	Categoría ¹	2013.01 ^{Linea Base}	2018.11 ^{Meta}
1	Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro.	1.1	Publicaciones arbitradas por investigador	A	91/62=1.47	130/65=2
		1.2	Índice de investigadores ordinarios del Centro en el Sistema Nacional de Investigadores	A	56/62=90%	60/65=92%
		1.3	Número de proyectos de investigación financiados con recursos externos, por investigador del Centro	A	29/62=0.47	44/65=0.68

- ¹:
- A. Investigación científica
 - B. Docencia y formación de recursos humanos
 - C. Desarrollo Tecnológico
 - D. Vinculación
 - E. Innovación
 - F. Difusión

Dirección Adjunta de
Centros de Investigación

Dirección de Coordinación Sectorial



“Llevar a México a su Máximo Potencial.” Objetivo General del PND 2013-2018

Nombre del CPI

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Indicadores Estratégicos por objetivo

Objetivos Estratégicos		Indicadores estratégicos			Metas	
No.	Descripción	No.	Nombre	Categoría ²	2013.01 ^{Linea Base}	2018.11 ^{Meta}
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	2.1	Índice de calidad de los posgrados del Centro	B	$4 \times 4 / 4 \times 4 = 1$	$(1 \times 1) + (1 \times 2) + (4 \times 4) / 4 \times 6 = 0.80$
		2.2	Eficiencia terminal	B	$53 / 84 \times 100 = 63\%$	$58 / 80 \times 100 = 73\%$
		2.3	Generación de recursos humanos especializados	B	$46 / 59 = 0.78$	$58 / 65 = 0.89$

- ² A. Investigación científica
 B. Docencia y formación de recursos humanos
 C. Desarrollo Tecnológico
 D. Vinculación
 E. Innovación
 F. Difusión

Dirección Adjunta de
Centros de Investigación

Dirección de Coordinación Sectorial



“Llevar a México a su Máximo Potencial.” Objetivo General del PND 2013-2018

Nombre del CPI

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Indicadores Estratégicos por objetivo

Objetivos Estratégicos		Indicadores estratégicos			Metas	
No.	Descripción	No.	Nombre	Categoría ³	2013.01 ^{Linea Base}	2018.11 ^{Meta}
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3.1	Proyectos interinstitucionales	D	21/32=0.66	32/44=0.73
		3.2	Transferencia de conocimiento	C, D, E	80/79=1.01	77/76=1.01
		3.3	Propiedad industrial solicitada	C, E	0/0	2/2=1
		3.4	Actividades de difusión y divulgación realizadas en el Centro entre el personal de ciencia y tecnología	F	142/128=1.10	180/131=1.37
		3.5	Índice de sostenibilidad económica	C, D, E	36.7/226.4=16.2	31.7/243.4=0.13
		3.6	Índice de sostenibilidad económica para la investigación	A, D	7.4/80.16=0.092	9.73/97.35=0.1

- ³ A. Investigación científica
 B. Docencia y formación de recursos humanos
 C. Desarrollo Tecnológico
 D. Vinculación
 E. Innovación
 F. Difusión

Dirección Adjunta de
Centros de Investigación



Dirección de Coordinación Sectorial

“Llevar a México a su Máximo Potencial.” Objetivo General del PND 2013-2018

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	5. Fichas de Indicadores Estratégicos	

Objetivo estratégico	1. Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	1.1	
Nombre del Indicador estratégico:	Publicaciones arbitradas por investigador ordinario	
Categoría de indicador ¹	A. Investigación Científica	
Descripción general:	Artículos de investigación y disseminación científica sometidos al arbitraje de evaluadores científicos y publicados en revistas especializadas y en memorias, y capítulos en libros, por cada investigador ordinario	
Observaciones:	<p>La razón para incluir artículos en revistas, memorias y capítulos en libros dentro del mismo indicador, es el limitado número de revistas donde se pueden publicar las nuevas investigaciones en los campos del Centro; muchas revistas nuevas carecen de lugar en el Science Citation Index por lo recientes que son.</p> <p>A diferencia de otras ciencias, la convergencia de matemáticos en eventos produce memorias, como publicación de trabajos de un interés común. Los artículos de éstas son de nivel comparable con las revistas de circulación periódicas y sus arbitrajes son absolutamente estrictos</p>	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Artículos de investigación y de disseminación científica arbitrados y publicados en revistas especializadas + publicados en memorias + Capítulos de investigación y disseminación científica publicados en libros, entre el número de investigadores ordinarios	
Fuente:	Reportes individuales del personal de científico y tecnológico	
Referencias adicionales:	Biblioteca	
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	1.47	2

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

A. Investigación Científica

Objetivo estratégico	1. Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	1.2	
Nombre del Indicador estratégico:	Índice de investigadores ordinarios del Centro en el Sistema Nacional de Investigadores	
Categoría de indicador ¹	A. Investigación Científica	
Descripción general:	Número de investigadores ordinarios en el Sistema Nacional de Investigadores respecto del total de los investigadores ordinarios del Centro	
Observaciones:	La pertenencia al SNI denota una producción científica de los investigadores, mantenida a lo largo del tiempo.	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Número de investigadores ordinarios en el SNI entre el número de investigadores ordinarios, por 100	
Fuente:	Sistema Nacional de Investigadores	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	90%	92%

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

A. Investigación Científica

Objetivo estratégico	1. Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	1.3	
Nombre del Indicador estratégico:	Número de proyectos de investigación financiados con recursos externos, por investigador del centro	
Categoría de indicador ¹	A. Investigación Científica	
Descripción general:	Número de los proyectos de investigación realizados por los investigadores del centro, que reciben recursos de financiamiento externos al Centro para su realización, entre el número de investigadores del mismo.	
Observaciones:	El financiamiento externo a proyectos de investigación implica una evaluación externa, lo que otorga una dictaminación favorable y objetiva a su impacto y calidad	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Número de proyectos de investigación con financiamiento externo divididos entre el número de investigadores del Centro	
Fuente:	Dirección de administración: registros de ingresos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0.47	0.68

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo	B. Docencia y formación de recursos humanos

Objetivo estratégico	2. Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	
No. De Indicador estratégico en el PEMG	2.1	
Nombre del Indicador estratégico:	Índice de calidad de los posgrados del Centro	
Categoría de indicador ¹	B. Docencia y formación de recursos humanos	
Descripción general:	Ponderación de la calidad otorgada a cada programa de posgrado por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad	
Observaciones:	<p>Registrar un posgrado y someterlo a evaluación periódica para obtener y mantener un nivel de calificación, implica un alto estándar en la formación de los alumnos del Centro. Los egresados se pueden considerar, en ese sentido, como recursos humanos altamente capacitados.</p> <p>El descenso en la meta se debe al ingreso de un programa más al PNPC, bajo la clasificación de “nueva creación”, aumentando el numerador en un punto y el denominador en 4 puntos</p>	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	$\frac{[(\text{Número de programas de Competencia Internacional} \times 4) + (\text{Número de programas Consolidados} \times 3) + (\text{Número de programas en Consolidación} \times 2) + (\text{Número de programas de reciente creación} \times 1)]}{4 \times \text{número total de programas registrados}}$	
Fuente:	Padrón Nacional de Posgrados de Calidad	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	1	0.80

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo	B. Docencia y formación de recursos humanos

Objetivo estratégico	2. Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	
No. De Indicador estratégico en el PEMG	2.2	
Nombre del Indicador estratégico:	Eficiencia terminal	
Categoría de indicador ¹	B. Docencia y formación de recursos humanos	
Descripción general:	Porcentaje de alumnos que se titulan dentro de los periodos establecidos para cada grado, respecto del total de alumnos que ingresan por cohorte	
Observaciones:	La eficiencia terminal está afectada, en todos los grados, por un importante índice de deserción observado en los primeros ciclos de cada programa. Esta deserción tiene su origen primordialmente en los bajos niveles de competencia matemática adquiridos en los niveles educativos medio y superior. Por otra parte, en el campo de las matemáticas en particular, el tiempo de desarrollo de un trabajo de tesis es especialmente variable en función de la prueba o demostración que requiera el problema abordado por el tesista y su muy particular campo de especialidad.	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	(Alumnos graduados de maestría dentro de los 36 meses posteriores a su ingreso + alumnos graduados de doctorado dentro de los 60 meses posteriores a su ingreso / total de alumnos inscritos por cohorte)	
Fuente:	Departamento de Servicios Escolares	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	63%	73%

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

B. Docencia y formación de recursos humanos

Objetivo estratégico	2. Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	2.3	
Nombre del Indicador estratégico:	Generación de recursos humanos especializados	
Categoría de indicador ¹	B. Docencia y formación de recursos humanos	
Descripción general:	Número de graduados de los diferentes programas del Centro registrados en el PNPC, respecto de los investigadores del mismo	
Observaciones:		
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Número de graduados en programas de especialidad, maestría y doctorado del PNPC entre el número de investigadores del Centro	
Fuente:	Departamento de Servicios Escolares	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0.78	0.89

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.1	
Nombre del Indicador estratégico:	Proyectos interinstitucionales	
Categoría de indicador ¹	D. Vinculación	
Descripción general:	Proyectos desarrollados con personal de instituciones externas, respecto del total de proyectos de investigación del Centro	
Observaciones:	La participación de otras instituciones en los proyectos del Centro favorecen la mutlidisciplinariedad y potencian el grado de influencia de los mismos	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Proyectos con participación de personal de instituciones externas entre el total de proyectos de investigación del Centro	
Fuente:	Reportes del personal de investigación	
Referencias adicionales:	Coautoría en publicaciones	
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0.66	0.73

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.2	
Nombre del Indicador estratégico:	Transferencia de Conocimiento	
Categoría de indicador ¹	C. Desarrollo Tecnológico, D. Vinculación, E. Innovación	
Descripción general:	Es la proporción que guarda el número de convenios y/o contratos de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social, económica o ambiental de un ejercicio respecto de su inmediato anterior	
Observaciones:	El fortalecimiento de las capacidades matemáticas entre los diversos sectores de la sociedad mexicana es un objetivo sustantivo del Centro	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Número de convenios y/o contratos de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social, económica o ambiental del año n entre los del año n-1	
Fuente:	Reporte de la Coordinación de Servicios Tecnológicos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	1.01	1.01

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.3	
Nombre del Indicador estratégico:	Propiedad industrial solicitada	
Categoría de indicador ¹	C. Desarrollo Tecnológico, D. Vinculación, E. Innovación	
Descripción general:	Es el número de solicitudes para la protección de la propiedad industrial e intelectual generada en el Centro	
Observaciones:	La protección de la propiedad industrial e intelectual del conocimiento científico y tecnológico generado en el centro no es susceptible de protección de acuerdo al marco legal actual, sin embargo se buscará adaptar algunos de los desarrollos a modalidades protegibles por las leyes vigentes.	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Total del número de solicitudes de patentes, modelos de utilidad, y diseños industriales presentadas durante un año respecto del inmediato anterior	
Fuente:	Registros y reportes de la Coordinación de Servicios Tecnológicos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0	1

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.4	
Nombre del Indicador estratégico:	Actividades de divulgación del personal de Ciencia y Tecnología	
Categoría de indicador ¹	D. Vinculación, F. Difusión	
Descripción general:	Actividades de difusión y divulgación realizadas	
Observaciones:		
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Total de actividades de difusión y divulgación para todo público realizados, entre el total del personal de ciencia y tecnología	
Fuente:	Reporte de las instancias de divulgación y el departamento de Eventos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	1.81	1.37

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.5	
Nombre del Indicador estratégico:	Índice de sostenibilidad económica	
Categoría de indicador ¹	C. Desarrollo Tecnológico, D. Vinculación, E. Innovación	
Descripción general:	Es la relación existente entre los ingresos propios respecto del presupuesto total del Centro durante el mismo periodo	
Observaciones:	El Centro busca la obtención de ingresos propios con proyectos de alto valor de investigación y complejidad de contenido	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Monto de ingresos propios sobre el monto del presupuesto total del centro	
Fuente:	Registro de ingresos y egresos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0.16	0.13

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

5. Fichas de Indicadores Estratégicos por objetivo

D. Vinculación

Objetivo estratégico	3. Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	
No. De Indicador estratégico en el PEMP	3.6	
Nombre del Indicador estratégico:	Índice de sostenibilidad económica para la investigación	
Categoría de indicador ¹	A. Investigación científica, D. Vinculación	
Descripción general:	Es la relación existente entre el financiamiento recibido para proyectos de investigación respecto del presupuesto destinado a la actividad de investigación durante el mismo periodo	
Observaciones:	El financiamiento de proyectos de investigación es resultado de una evaluación externa de la valoración de su potencial impacto	
Periodicidad:	Anual	
Fórmula del método de cálculo del indicador (lo que corresponda)	Monto obtenido por proyectos de investigación con financiamiento externo entre el total de recursos fiscales destinados a la investigación	
Fuente:	Registro de ingresos y egresos	
Referencias adicionales:		
	Línea base 2013.01	Meta 2018.11
	0.09	0.1

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

6. Metas estratégicas 2013-2018

Objetivo Estratégico 1

Indicadores Estratégicos	2013.01 ^{Linea base}	2014	2015	2016	2017	2018 ^{Meta}
1.1 Publicaciones arbitradas por investigador ordinario	91/62=1.47	119/62=1.92	124/64=1.94	126/65=1.94	129/65=1.98	130/65=2.00
1.2 Índice de investigadores ordinarios del Centro en el Sistema Nacional de Investigadores	56/62x100 =90%	56/62x100 =90%	58/64x100 =90%	59/65x100 =90%	60/65x100 =92%	60/65x100 =92%
1.3 Número de proyectos de investigación financiados con recursos externos, por investigador del Centro	29/62=0.47	36/62=0.58	38/64=0.59	40/65=0.62	42/65=0.65	44/65=0.68

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

6. Metas estratégicas 2013-2018

Objetivo Estratégico 2

Indicadores Estratégicos	2013.01 ^{Línea base}	2014	2015	2016	2017	2018 ^{Meta}
2.1 Índice de calidad de los posgrados del Centro	4x4/4x4 =1.00	1x1+4x4/5x4 =0.90	1x1+4x4/5x4 =0.90	1x1+4x4/5x4 =0.90	1x1+4x4/5x4 =0.90	1x1+1x2 +4x4/6x4=0.8
2.2 Eficiencia terminal	53/84=0.66	52/79=0.66	56/80=0.70	59/85=0.69	48/67=0.71	58/80=0.73
2.3 Generación de recursos humanos especializados	46/59=0.78	52/62=0.84	56/64=0.88	59/65=0.91	48/65=0.74	58/65=0.89

Nombre del CPI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018

6. Metas estratégicas 2013-2018

Objetivo Estratégico 3

Indicadores Estratégicos	2013.01 ^{Linea base}	2014	2015	2016	2017	2018 ^{Meta}
3.1 Proyectos interinstitucionales	21/32=0.66	19/36=0.53	20/38=0.53	23/40=0.58	23/42=0.55	25/44=0.57
3.2 Transferencia de conocimiento	80/79=1.01	74/80=0.93	78/74=1.05	77/78=0.99	76/77=0.99	77/76=1.01
3.3 Propiedad industrial solicitada	N.A.	N.A.	N.A.	1/1=1	2/1=2	2/2=1
3.4 Actividades de difusión y divulgación realizadas en el Centro entre el personal de ciencia y tecnología	232/128=1.81	172/128=1.34	174/130=1.34	176/131=1.34	178/131=1.36	180/131=1.37
3.5 Índice de sostenibilidad económica	36.7/189.7=0.19	27.7/213=0.13	29.1/223.8=0.13	29.9/230=0.13	30.8/236.8=0.13	31.7/243.4=0.13
3.6 Índice de sostenibilidad económica para la investigación	7.4/80.16=0.09	8.5/85.2=0.10	8.9/89=0.10	9.2/92=0.10	9.4/94=0.10	9.7/97=0.10

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	7. Estrategias	Objetivo Estratégico 1

Objetivos Estratégicos		Estrategias	
No.	Descripción	No.	Descripción
1	Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro.	1A	Asegurar el crecimiento y consolidación de los grupos de investigación
		1B	
		1C	
		1D	
		1E	
		1F	
		1G	

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	7. Estrategias	Objetivo Estratégico 2

Objetivos Estratégicos		Estrategias	
No.	Descripción	No.	Descripción
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	2A	Captar talento internacional para los posgrados
		2B	Elevar la calidad de los posgrados
		2C	Colaboración con instituciones de educación superior de México y el extranjero
		2D	
		2E	
		2F	
		2G	

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.	
Programa Estratégico de Mediano Plazo 2014-2018	7. Estrategias	Objetivo Estratégico 3

Objetivos Estratégicos		Estrategias	
No.	Descripción	No.	Descripción
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3A	Fortalecer la capacidad de gestión de las instancias de vinculación
		3B	Ampliar las actividades sustantivas del Centro hacia otras entidades federativas
		3C	Favorecer la apropiación del conocimiento científico y tecnológico entre todos los sectores de la sociedad
		3D	Fortalecer el proceso de internacionalización del Centro
		3E	
		3F	
		3G	

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE1

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ¹
1	Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro.	1A	Asegurar el crecimiento y consolidación de los grupos de investigación

No.	Nombre del Proyecto Vigente ²	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
1A1	Estancias posdoctorales en el Centro	Los portadores de las nuevas ideas, las nuevas corrientes, las nuevas técnicas de cada disciplina, son precisamente los jóvenes recién doctorados provenientes de otras instituciones. Desde esa perspectiva, el CIMAT requiere fortalecer y balancear la planta joven circulante mediante estancias de investigadores posdoctorantes de entre uno y tres años.
1A2	Fortalecimiento de las relaciones con instituciones nacionales	Este proyecto contribuye a que los investigadores permanezcan en la frontera del conocimiento mediante el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas entre ellos y sus pares de otras instituciones.
1A3	Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática	A la fecha el desarrollo de grupos multidisciplinarios de investigación es incipiente en Latinoamérica; este proyecto permite abordar problemas de frontera con gran relevancia social y económica, a través de investigación básica y orientada de carácter

¹ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

² Que trasciende al menos al 2014

		interdisciplinario.
1A4	Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría	Este proyecto pretende conjuntar la experiencia generada en Cimat y concretarla en lo que ha sido una demanda natural del mercado y en la necesidad académica que tiene por esencia el Centro con el firme propósito de establecer un liderazgo en modelación económica, incidiendo en los tres ejes fundamentales: formación de recursos humanos de alto nivel, generación de conocimiento y establecimiento de los conductos necesarios para la transferencia de conocimiento útil para la sociedad
1A5	Creación y puesta en marcha de una instancia de investigación y enseñanza matemática en la ciudad de Oaxaca	Este proyecto es una iniciativa común entre instituciones y gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos consistente en la creación de un centro de congresos en Oaxaca, para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria. Este centro proveerá nuevas y ricas oportunidades de interacción entre estudiantes e investigadores mexicanos con contrapartes internacionales del más alto nivel en todas las disciplinas matemáticas y en un ambiente propicio para las interacciones intensivas y prolongadas.
1A6	Creación y puesta en marcha de una subsele del Centro en la ciudad de Mérida, Yucatán	Este proyecto extiende el impacto de las actividades sustantivas del Centro, fortaleciendo, integrando y complementando las capacidades científicas y tecnológicas locales y regionales, al integrar grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística. Impulsará además las actividades en materia de docencia y transferencia de tecnología en matemáticas en

		el marco de la consolidación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Yucatán.
1A7	Fortalecimiento de la internacionalización del Centro	<p>Proyecto transversal que conjunta y sistematiza acciones orientadas a la proyección internacional del Centro, como la movilidad académica, la organización y participación en eventos internacionales, la investigación colaborativa, el establecimiento de vínculos formales de colaboración con instituciones de investigación así como con otros organismos internacionales relacionados con la investigación científica.</p> <p>Estas relaciones internacionales favorecen la inserción de los investigadores del Centro en las comunidades científicas que se ubican en la frontera del conocimiento.</p>
Número total de Proyectos en la Estrategia		7

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	2
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE1

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ³
1	Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro.	1B	Mejoramiento de la Infraestructura Científica

No.	Nombre del Proyecto Vigente ⁴	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
1B1	Red de supercómputo y centro de divulgación de la ciencia	Mediante la realización de este proyecto, el Centro y otras instituciones podrán contar con acceso remoto y transparente a recursos no centralizados geográficamente con un alto potencial de cálculo y capacidad distribuida de almacenamiento. Lo anterior proporciona un mecanismo de colaboración a distancia entre grupos para abordar problemas de mayor escala que los abordados de forma individual; abre una diversidad de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones en una multiplicidad de disciplinas. Se propone además un centro para la divulgación de la ciencia.
1B2	Equipamiento para la investigación en ciencia básica y aplicada	Este proyecto contempla el aprovisionamiento de equipo de tecnologías de información para la realización de actividades de investigación, formación de recursos humanos y vinculación con los

³ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

⁴ Que trasciende al menos al 2014

		sectores de la sociedad. Contar con equipo actualizado y suficiente permite el trabajo ágil, la comunicación con investigadores pares en otras instituciones y la contención de los costos totales de propiedad.
1B3	Mantenimiento y actualización de los recursos de información	Este proyecto está destinado a la conservación y actualización del acervo bibliográfico físico y electrónico, así como a las bases de datos electrónicas, que permiten mantener al personal científico y tecnológico y a los estudiantes de todos los grados, actualizados y con acceso a los avances en el campo de las ciencias matemáticas.
Número total de Proyectos en la Estrategia		3

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	1
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE2

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ⁵
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	2A	Captar talento internacional para los posgrados

No.	Nombre del Proyecto Vigente ⁶	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
2A1	Fortalecimiento de la internacionalización del Centro	<p>Proyecto transversal que conjunta y sistematiza acciones orientadas a la proyección internacional del Centro, como la movilidad académica, la organización y participación en eventos internacionales, la investigación colaborativa, el establecimiento de vínculos formales de colaboración con instituciones de investigación así como con otros organismos internacionales relacionados con la investigación científica.</p> <p>Estas relaciones internacionales favorecen la movilidad de los estudiantes desde y hacia comunidades científicas en instituciones extranjeras donde su formación se complementa con los temas, ideas</p>

⁵ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

⁶ Que trasciende al menos al 2014

		<p>e intereses cultivados en otros contextos científicos y culturales.</p> <p>Para el Centro es importante contar con estudiantes de origen extranjero que permitan en el futuro ampliar las redes de colaboración científica. De igual forma, la responsabilidad de proveer a la sociedad de profesionales altamente capacitados en los campos de las ciencias matemáticas, trasciende el ámbito nacional y permite al país aportar capital humano al desarrollo de diversas regiones.</p> <p>Este proyecto permitirá igualmente la incorporación, dentro de los programas docentes, de elementos para analizar las necesidades, expectativas y estándares implicadas en la interculturalidad que plantean los procesos de educación globalizados.</p>
Número total de Proyectos en la Estrategia		1

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	1
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE2

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ⁷
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	2B	Elevar la calidad de los posgrados

No.	Nombre del Proyecto Vigente ⁸	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
2B1	Fortalecimiento de la movilidad estudiantil	Las relaciones interinstitucionales favorecen el enriquecimiento de la formación de los estudiantes en otras comunidades científicas, donde se complementa con los temas, ideas e intereses cultivados en otros contextos científicos y regionales. De igual forma, el Centro representa una oportunidad análoga para los estudiantes de otras instituciones del país, que plantean en el Centro una diversidad de temáticas e intereses.
2B2	Fortalecimiento de la internacionalización del Centro	Proyecto transversal que conjunta y sistematiza acciones orientadas a la proyección internacional del Centro, como la movilidad académica, la organización y participación en eventos internacionales, la

⁷ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

⁸ Que trasciende al menos al 2014

		<p>investigación colaborativa, el establecimiento de vínculos formales de colaboración con instituciones de investigación así como con otros organismos internacionales relacionados con la investigación científica.</p> <p>Estas relaciones internacionales favorecen la movilidad de los estudiantes desde y hacia comunidades científicas en instituciones extranjeras donde su formación se complementa con los temas, ideas e intereses cultivados en otros contextos científicos y culturales.</p> <p>Este proyecto permitirá igualmente la búsqueda de una mayor calidad y relevancia, y de una competitividad internacional más fuerte, incorporando elementos para analizar las necesidades, expectativas y estándares implicadas en la interculturalidad que plantean los procesos de educación globalizados.</p>
2B3	Análisis e implementación colectiva de mejores prácticas internas	Proyecto que ofrecerá herramientas para capitalizar las experiencias exitosas entre programas, para aprovechar aquellas que han probado ser efectivas.
Etc...		
Número total de Proyectos en la Estrategia		3

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	2
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE2

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ⁹
2	Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de especialidad del Centro, a nivel licenciatura y posgrado	2C	Colaboración con instituciones de educación superior de México y el extranjero

No.	Nombre del Proyecto Vigente ¹⁰	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
2C1	Implementación de nuevos programas docentes conjuntos	Conformar nuevos programas a través de la colaboración con otras instituciones de educación superior, permite al Centro fortalecer y verse fortalecido por el intercambio con otros grupos docentes y de investigación, al tiempo que se contribuye al desarrollo del talento científico regional. De igual manera, es fundamental incrementar la oferta educativa aprovechando la infraestructura física existente en el Centro y otras instituciones.
2C2	Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática	Al incorporar estudiantes y posdoctorados a su trabajo, el Laboratorio permitirá que doctores y posdoctorantes de diversas áreas adquieran

⁹ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

¹⁰ Que trasciende al menos al 2014

		<p>experiencia en procesos de investigación multidisciplinario y ofrecerá programas de investigación para estancias sabáticas y visitas cortas de estudiantes de doctorado interesados en los temas cultivados en el mismo.</p> <p>Finalmente, ofrecerá también bloques de materias y opciones terminales dentro de algunos programas de maestría del Centro.</p>
2C3	Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría	<p>Este proyecto pretende conjuntar la experiencia generada en Cimat y concretarla en lo que ha sido una demanda natural del mercado y en la necesidad académica que tiene por esencia el Centro con el firme propósito de establecer un liderazgo en modelación económica, incidiendo en los tres ejes fundamentales: formación de recursos humanos de alto nivel, generación de conocimiento y establecimiento de los conductos necesarios para la transferencia de conocimiento útil para la sociedad</p>
2C4	Creación y puesta en marcha de una instancia de investigación y enseñanza matemática en la ciudad de Oaxaca	<p>Este proyecto es una iniciativa común entre instituciones y gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos consistente en la creación de un centro de congresos en Oaxaca, para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria.</p> <p>En el ámbito educativo, el centro desarrollará programas para contribuir al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.</p> <p>Este centro proveerá nuevas y ricas oportunidades de interacción entre estudiantes e investigadores mexicanos con contrapartes</p>

		internacionales del más alto nivel en todas las disciplinas matemáticas y en un ambiente propicio para las interacciones intensivas y prolongadas.
2C5	Creación y puesta en marcha de una subsede del Centro en la ciudad de Mérida, Yucatán	Este proyecto extiende el impacto de las actividades sustantivas del Centro, fortaleciendo, integrando y complementando las capacidades científicas y tecnológicas locales y regionales, al integrar grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística. Impulsará además las actividades en materia de docencia y transferencia de tecnología en matemáticas en el marco de la consolidación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Yucatán.
Número total de Proyectos en la Estrategia		5

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	3
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE3

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ¹¹
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3A	Fortalecer la capacidad de gestión de las instancias de vinculación

No.	Nombre del Proyecto Vigente ¹²	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
3A1	Reorganización de las instancias de vinculación	Para atender las necesidades actuales de los diversos sectores sociales, es necesario consolidar la integración de las iniciativas y competencias del personal científico y tecnológico, ofreciendo respuestas más ágiles y flexibles.
3A2	Ampliación y mejoramiento de la infraestructura física	La presencia en otras localidades y entidades del país para atender la generación y demanda de conocimiento matemático, así como la transferencia de conocimiento y tecnología, requiere de una infraestructura física adecuada. Este proyecto contempla la continuidad en el desarrollo arquitectónico de la Unidad Monterrey, así como el inicio de la Unidad

¹¹ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

¹² Que trasciende al menos al 2014

		Mérida y las instalaciones necesarias para albergar el centro de investigación y enseñanza de matemáticas en Oaxaca y la Red de supercómputo entre centros públicos de investigación y Universidades públicas de Guanajuato, junto con el centro de divulgación de la ciencia.
3A3	Detección y análisis de mercados potenciales para la actualización y posicionamiento de líneas de negocio	La constante transformación de los sectores que integran a la sociedad, requiere una actualización permanente del conocimiento que el Centro tiene sobre los mismos, sus necesidades y problemáticas, así como del conjunto de organizaciones públicas y privadas que las atienden. En concordancia, es necesario adecuar el perfil de la oferta de proyectos de transferencia de conocimiento y tecnología, así como fortalecer el posicionamiento del Centro.
3A4		
Número total de Proyectos en la Estrategia		3

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	2
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.	
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE3

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ¹³
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3B	Ampliar las actividades sustantivas del Centro hacia otras entidades federativas

No.	Nombre del Proyecto Vigente ¹⁴	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
3B1	Creación y puesta en marcha de una instancia de investigación y enseñanza matemática en la ciudad de Oaxaca	Este proyecto es una iniciativa común entre instituciones y gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos consistente en la creación de un centro de congresos en Oaxaca, para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria. En el ámbito educativo, el centro desarrollará programas para contribuir al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.

¹³ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

¹⁴ Que trasciende al menos al 2014

		Este centro proveerá nuevas y ricas oportunidades de interacción entre estudiantes e investigadores mexicanos con contrapartes internacionales del más alto nivel en todas las disciplinas matemáticas y en un ambiente propicio para las interacciones intensivas y prolongadas.
3B2	Creación y puesta en marcha de una subsede del Centro en la ciudad de Mérida, Yucatán	Este proyecto extiende el impacto de las actividades sustantivas del Centro, fortaleciendo, integrando y complementando las capacidades científicas y tecnológicas locales y regionales, al integrar grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística. Impulsará además las actividades en materia de docencia y transferencia de tecnología en matemáticas en el marco de la consolidación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Yucatán.
3B3		
Etc...		
Número total de Proyectos en la Estrategia		2

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	2
--	---

Nombre del CPI	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS. A.C.		
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE3	

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ¹⁵
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3C	Favorecer la apropiación del conocimiento científico y tecnológico entre todos los sectores de la sociedad

No.	Nombre del Proyecto Vigente ¹⁶	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
3C1	Creación y puesta en marcha de una instancia de investigación y enseñanza matemática en la ciudad de Oaxaca	<p>Este proyecto es una iniciativa común entre instituciones y gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos consistente en la creación de un centro de congresos en Oaxaca, para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria.</p> <p>En el ámbito educativo, el centro desarrollará programas para contribuir al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.</p> <p>Este centro proveerá nuevas y ricas oportunidades de interacción entre estudiantes e investigadores mexicanos con contrapartes internacionales del más alto nivel en todas las disciplinas matemáticas y en un ambiente propicio para las interacciones intensivas y prolongadas.</p>

¹⁵ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

¹⁶ Que trasciende al menos al 2014

3C2	Organización de eventos académicos del Centro	Este es un proyecto permanente que provee de espacios de interacción en múltiples niveles: en el ámbito de la diseminación y difusión de conocimiento científico entre investigadores; en la difusión y divulgación del conocimiento matemático entre estudiantes de diversos niveles y en la divulgación científica abierta a todo público.
3C3	Proyecto Institucional de Divulgación	Proyecto permanente que engloba las actividades de divulgación de la ciencia dirigidas a públicos no especializados y población abierta, para mejorar la percepción e incrementar las competencias matemáticas entre la sociedad. De igual forma, contempla la formación en divulgación de la ciencia para mejorar las competencias en la realización de estas actividades y su réplica.
3C4	Difusión y divulgación de las matemáticas en medios de comunicación	Se recurrirá al uso de medios de comunicación, entre los que se incluyen los medios electrónicos de <i>Internet</i> , para complementar las actividades presenciales de divulgación.
Número total de Proyectos en la Estrategia		4

Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	1
--	---

Nombre del CPI		
Programa Anual de Trabajo 2014	Ficha de Estrategia con Proyectos Vigentes	Estrategias del OE4

No	Objetivo Estratégico	No.	Estrategia ¹⁷
3	Fortalecer la vinculación con todos los sectores sociales mediante investigación, servicios tecnológicos, capacitación, difusión y divulgación de las matemáticas	3D	Fortalecer el proceso de internacionalización del Centro

No.	Nombre del Proyecto Vigente ¹⁸	Justificación del impacto en el objetivo estratégico.
3D1	Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática	A la fecha el desarrollo de grupos multidisciplinarios de investigación es incipiente en Latinoamérica; este proyecto permite abordar problemas de frontera con gran relevancia social y económica, a través de investigación básica y orientada de carácter interdisciplinario.
3D2	Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica	Este proyecto pretende conjuntar la experiencia generada en Cimat y concretarla en lo que ha sido una demanda natural del mercado y en la necesidad académica que tiene por esencia el Centro con el firme propósito de establecer un liderazgo en modelación económica, incidiendo en los tres ejes fundamentales: formación de recursos

¹⁷ Como mínimo cada Estrategia deberá ser materializada con un proyecto, por lo demás, podrá proponer cuantos Proyectos se requieran para lograr las Metas Estratégicas del Objetivo Estratégico, comprometidas para el año correspondiente según el PEMP.

¹⁸ Que trasciende al menos al 2014

		humanos de alto nivel, generación de conocimiento y establecimiento de los conductos necesarios para la transferencia de conocimiento útil para la sociedad
3D3	Creación y puesta en marcha de una instancia de investigación y enseñanza matemática en la ciudad de Oaxaca	<p>Este proyecto es una iniciativa común entre instituciones y gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos consistente en la creación de un centro de congresos en Oaxaca, para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria.</p> <p>En el ámbito educativo, el centro desarrollará programas para contribuir al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.</p> <p>Este centro proveerá nuevas y ricas oportunidades de interacción entre estudiantes e investigadores mexicanos con contrapartes internacionales del más alto nivel en todas las disciplinas matemáticas y en un ambiente propicio para las interacciones intensivas y prolongadas.</p>
3D4	Creación y puesta en marcha de una subsede del Centro en la ciudad de Mérida, Yucatán	Este proyecto extiende el impacto de las actividades sustantivas del Centro, fortaleciendo, integrando y complementando las capacidades científicas y tecnológicas locales y regionales, al integrar grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística. Impulsará además las actividades en materia de docencia y transferencia de tecnología en matemáticas en el marco de la consolidación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Yucatán.

Número total de Proyectos en la Estrategia	4
Número total de proyectos programados para iniciar en 2014	2

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS

8. PLAN DE CRECIMIENTO 2013-2018

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND), el CIMAT proyecta su crecimiento para el periodo 2013-2018, atendiendo al Objetivo 3.5 del mismo: *Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible*, estableciendo como una estrategia relacionada con todos los objetivos del Centro, la creación e instalación de una unidad foránea, una instancia de investigación y enseñanza y una red de supercómputo para el estado de Guanajuato, junto con un centro de divulgación de la ciencia.

En primer lugar, atendiendo primordialmente a la Estrategia 3.5.3 del PND: *Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente*, para el 2014 se proyecta la puesta en marcha de una Unidad Foránea del Centro en la ciudad de Mérida, Yucatán y un consorcio científico en San Agustín Etlá, Oaxaca.

I. Justificación.

Los niveles de prosperidad en México muestran grandes contrastes a lo largo y ancho del territorio nacional. Ello está íntimamente ligado a las diferentes capacidades productivas que se observan en las entidades federativas del país.

Como lo establece el propio PND, para hacer que el desarrollo científico, tecnológico y la innovación sean los pilares del progreso económico y social sostenible, es necesario vincular a instituciones educativas, científicas y tecnológicas con el sector privado, pero también con el sector público y las organizaciones sociales.

Aunado a ello, es vital que esta vinculación no se concentre en unas cuantas regiones, asociadas frecuentemente a los mayores centros urbanos del país, sino que se amplíen a lo largo y ancho del territorio, atendiendo al desarrollo de las capacidades y vocaciones locales.

II. Unidad Mérida, Yucatán

En su estrategia 3.5.3, *Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente*, el PND apunta a las acciones que apoyen el establecimiento de ecosistemas científico-tecnológicos que favorezcan el desarrollo regional y a incrementar la inversión en CTI a nivel estatal y regional con la concurrencia de los diferentes ámbitos de gobierno y sectores de la sociedad.

A través de la creación del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, el gobierno de ese estado promueve el desarrollo económico y social mediante la formación de talento humano de alto nivel y la inversión en infraestructura científico tecnológica, dando origen a un ecosistema de innovación en el cual se promuevan las vocaciones científico-tecnológicas, el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y servicios mediante la generación de conocimiento y la creación de nuevos negocios basados en la innovación.

La inserción de una Unidad del CIMAT en dicho Parque, junto con otros centros públicos de investigación y universidades, constituye una parte fundamental para ofrecer a las empresas más facilidades para la absorción de conocimiento y nuevas tecnologías. De igual manera, su importancia también radica en la retroalimentación a la investigación que permita a los investigadores incursionar en un proceso de traducción de sus invenciones a productos y servicios exitosos en el mercado.

En el ecosistema del Parque, el CIMAT cohabitará con instituciones como CIATEJ, CICY, CIESAS, CINVESTAV-IPN, UNAM y UADY.

La puesta en marcha de la Unidad Mérida tiene como objetivos impulsar el desarrollo de grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento y probabilidad y estadística, así como fortalecer la oferta educativa a nivel pregrado y maestría a través de la Facultad de Matemáticas de la UADY y a nivel doctorado ofrecido en colaboración por las dos instituciones.

Estos objetivos contribuyen a la vinculación del Centro en todos los ámbitos: científico, tecnológico, educativo y de desarrollo económico, con una perspectiva regional que permite a México promover su valor de manera internacional en la región de Centroamérica y el Caribe.

Etapas del Proyecto

2014

Elaboración de proyectos arquitectónicos y ejecutivo
Arranque y supervisión de obra
Realización de estancias del personal académico

2015

Continuación y término de la construcción
Elaboración de documentos de planeación y organización
Inicio de la elaboración del plan para el desarrollo de un laboratorio de supercómputo
Inicio del diseño de un programa de posgrado
Realización de estancias académicas del personal y líderes en diversas áreas de las matemáticas
Realización de eventos académicos

2016

Finalización del plan para el desarrollo de un laboratorio de supercómputo
Elaboración de la propuesta para la oferta de servicios y productos científicos y tecnológicos
Definición de la estrategia de vinculación
Puesta en marcha del posgrado

III. Centro de Investigación y Enseñanza "Casa Matemática de Oaxaca" (CMO)

Según lo establece el PND, México cuenta con una importante participación económica en el mundo, que contrasta con su rezago en el mercado global de conocimiento, en el que la producción mundial del conocimiento no llega al 1% del total y el número de doctores graduados por cada millón de habitantes (29.9) es insuficiente para lograr en el futuro próximo el capital humano que se requiere.

Este proyecto de crecimiento consiste en la conformación de un consorcio científico integrado por el Instituto de Matemáticas y el Centro de Ciencias Matemáticas de Morelia, ambos de la UNAM; el CINVESTAV y el CIMAT, en el ámbito nacional, y el BIRS, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery, a su vez una iniciativa entre instituciones y agencias gubernamentales de México, Estados Unidos y Canadá inaugurada en 2003 para promover y albergar el trabajo científico colaborativo.

El consorcio se materializará en un centro de congresos y enseñanza de las matemáticas para atender en nuestro país la necesidad de albergar el trabajo de investigación colaborativo e interdisciplinario con un enfoque en las ciencias matemáticas y su diversidad de aplicaciones hacia otras ciencias y la industria. En el ámbito educativo, el centro desarrollará programas para contribuir al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.

El funcionamiento de la Casa Matemática, se basa en el funcionamiento de la Banff International Research Station, en la que se reciben propuestas para la realización de eventos, que una vez evaluados por un comité científico del más alto nivel, son albergados en un ambiente especialmente propicio para el trabajo colaborativo de manera intensiva y focalizada.

En el caso de CMO, se atenderán además de las propuestas relacionadas con la investigación, otras tantas que se orienten al fortalecimiento de las capacidades matemáticas de la sociedad.

Etapas del Proyecto

2014

Elaboración de anteproyecto arquitectónico y definición de la inversión
Elaboración del proyecto ejecutivo
Arranque de obra y supervisión de la misma
Formación de la asociación civil y convenio con BIRS
Realización de un evento piloto de enseñanza de las matemáticas

2015

Culminación y equipamiento de la obra
Elaboración del plan estratégico y de negocios y modelo de sustentabilidad
Definición de las propuestas de vinculación
Desarrollo de sitio web

2016

Definición de propuestas y realización de acciones de vinculación
Realización de eventos académicos
Difusión de actividades

IV. Red Estatal de Supercómputo y de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología "

Este es un proyecto de infraestructura consistente en el establecimiento de una red de alta velocidad entre las instituciones participantes con el fin de integrar los recursos de cómputo de alto desempeño con los que cuentan, lo que permitirá optimizar su uso y abordar problemas de mayor envergadura.

El PND identifica la necesidad que tienen las empresas y los individuos de tener pleno acceso a insumos estratégicos como las telecomunicaciones. En el ámbito de las instituciones involucradas en este proyecto, se trata de potenciar su capacidad instalada para abordar problemas de mayor escala que los abordados de forma individual. Junto con ello, se propone el establecimiento de un centro para la divulgación de la ciencia, con el objeto de promover las vocaciones científicas entre los jóvenes y promover que la población tenga acercamientos hacia la ciencia.

El establecimiento de la Red aminora las limitaciones de desarrollo de estas instituciones, mismas que incrementan costos de operación, tiempos de respuesta y por ende la pérdida de oportunidades para atender proyectos de investigación multidisciplinaria y orientada en beneficio de la sociedad.

Por otra parte, el poder de cómputo combinado favorece la creación de ambientes de aprendizaje aptos para desplegar procesos continuos de innovación educativa mediante el acceso a las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

Para gestionar la operatividad y conectividad proporcionada por esta red, se establecerá un centro de operaciones (*network operations center*, o NOC) administrado por CIMAT y potencialmente situado en las instalaciones del Puerto Interior.

Etapas del Proyecto

2014

- Elaboración de estudios preliminares
- Elaboración de anteproyectos
- Desarrollo de proyecto constructivo, de ingenierías e instalaciones
- Inicio de obra civil

2015

- Construcción del Centro de Operaciones de la red,
- Construcción del Centro de Divulgación de la Ciencia
- Desarrollo de la infraestructura de conectividad
- Puesta en marcha de la Red y el centro de divulgación

SISTEMA DE CENTROS PUBLICOS CONACYT

FLUJO DE EFECTIVO

(Miles de Pesos con un Decimal)

ENTIDAD: 3890C CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS, A.C.

INGRESOS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
				5.00%		3.00%		
INGRESOS PROPIOS	27,351.8	62,593.8	26,369.4	27,667.8	29,050.6	29,917.2	30,811.5	31,730.0
VENTA DE BIENES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VENTA DE SERVICIOS	16,242.4	23,054.5	26,031.1	27,322.7	28,699.3	29,560.3	30,447.1	31,360.5
INGRESOS DIVERSOS ¹	11,109.4	39,539.3	338.3	345.1	351.3	356.9	364.4	369.5
RECURSOS FISCALES	131,173.8	133,515.1	189,691.5	185,357.4	194,768.3	200,150.5	205,986.8	211,634.8
CORRIENTE	122,363.9	133,515.1	147,689.2	161,829.8	174,976.0	186,289.2	193,620.3	200,342.5
INVERSION	8,809.9	0.0	42,002.3	23,527.6	19,792.3	13,861.3	12,366.5	11,292.3
RECURSOS TOTALES	158,525.6	196,108.9	216,060.9	213,025.2	223,818.9	230,067.7	236,798.3	243,364.8
PROPORCION RECURSO PROPIO VS FISCALES TOTALES			13.72%	14.74%	14.74%	14.77%	14.78%	14.82%

1/ Desde el año 2013 los Fondos concursables (CONACYT, Gob. Federal y otros) dentro del sistema contable y conforme a acuerdo con el CONACYT, estos son considerados como Fondos en Administración, lo cual no impacta el presupuesto. Desde el punto de vista contable, sin embargo se considera como parte del flujo de efectivo; en este contexto consideramos que el comportamiento de los recursos provenientes de este tipo de fondos sería en miles de pesos: 2013 -- 95,852.3; 2014 -- 61,456.8; 2015 -- 33,523.3; 2016 -- 34,365.8 2017 -- 35,128.2 y 2018 -- 36,479.6. Es relevante señalar que estos montos dependen de los recursos que el CONACYT, el Gobierno Federal y otras entidades destinen para los fondos concursables.

EGRESOS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CAPITULO 1000								
FISCALES	97,107.3	107,312.5	117,587.7	121,179.8	123,676.5	126,242.3	128,882.8	131,595.8
PROPIOS	13,467.6	20,141.0	16,002.3	16,595.5	17,425.3	18,296.6	19,211.4	20,172.0
TOTAL	110,574.9	127,453.5	133,590.0	137,775.3	141,101.8	144,538.9	148,094.2	151,767.8
2000								
FISCALES	5,368.5	5,663.0	6,498.4	8,109.6	9,513.5	10,593.8	11,418.2	11,854.0
PROPIOS	1,012.7	2,113.4	492.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	6,381.2	7,776.4	6,990.5	8,109.6	9,513.5	10,593.8	11,418.2	11,854.0
3000								
FISCALES	16,401.0	16,878.1	19,555.4	28,062.8	34,749.7	40,732.1	45,438.8	48,711.4
PROPIOS	7,932.7	11,645.6	1,783.1	6,328.9	6,452.3	6,352.6	5,302.1	4,156.1
TOTAL	24,333.7	28,523.7	21,338.5	34,391.7	41,202.0	47,084.7	50,740.9	52,867.5
4000								
FISCALES	3,487.1	3,661.5	4,047.7	4,477.6	7,036.3	8,721.0	7,880.5	8,181.3
PROPIOS	2,844.2	4,908.5	8,091.9	4,743.4	5,173.0	5,268.0	6,298.0	7,401.9
TOTAL	6,331.3	8,570.0	12,139.6	9,221.0	12,209.3	13,989.0	14,178.5	15,583.2
GASTO CORRIENTE								
FISCALES	122,363.9	133,515.1	147,689.2	161,829.8	174,976.0	186,289.1	193,620.3	200,342.5
PROPIOS	25,257.2	38,808.5	26,369.4	27,667.8	29,050.6	29,917.2	30,811.5	31,730.0
TOTAL	147,621.1	172,323.6	174,058.6	189,497.6	204,026.6	216,206.3	224,431.9	232,072.5
5000								
FISCALES	1,500.0	0.0	18,800.0	0.0	1,686.0	8,350.6	5,560.7	5,765.1
PROPIOS	2,094.6	6,285.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	3,594.6	6,285.3	18,800.0	0.0	1,686.0	8,350.6	5,560.7	5,765.1
6000								
FISCALES	7,309.9	0.0	23,202.3	23,527.6	18,106.3	5,510.7	6,805.8	5,527.2
PROPIOS	0.0	17,500.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	7,309.9	17,500.0	23,202.3	23,527.6	18,106.3	5,510.7	6,805.8	5,527.2
GASTO INVERSION								
FISCALES	8,809.9	0.0	42,002.3	23,527.6	19,792.3	13,861.3	12,366.5	11,292.3
PROPIOS	2,094.6	23,785.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	10,904.6	23,785.3	42,002.3	23,527.6	19,792.3	13,861.3	12,366.5	11,292.3
EGRESOS								
FISCALES	131,173.9	133,515.1	189,691.5	185,357.4	194,768.3	200,150.5	205,986.8	211,634.8
PROPIOS	27,351.8	62,593.8	26,369.4	27,667.8	29,050.6	29,917.2	30,811.5	31,730.0
TOTAL	158,525.7	196,108.9	216,060.9	213,025.2	223,818.9	230,067.7	236,798.3	243,364.8

PROYECTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA UNIDAD FORÁNEA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS EN EL ESTADO DE YUCATÁN

Introducción:

El Gobierno del Estado de Yucatán, a través del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico, ha establecido un Parque Científico-Tecnológico, que alberga instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas de base tecnológica.

Con el propósito de fortalecer la inversión en infraestructura científico-tecnológica del estado de Yucatán, y tomando en cuenta el papel fundamental de las matemáticas en la sociedad del conocimiento y la creciente importancia de la aplicación de métodos matemáticos en la modelación en ciencia y tecnología, se plantea el establecimiento de una unidad foránea del Centro de Investigación en Matemáticas en el Parque Científico y Tecnológico, que coadyuve en la creación de un ecosistema de innovación en el cual se promuevan las vocaciones científico-tecnológicas, el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y servicios mediante la generación de conocimiento.

Las Unidades Foráneas del CIMAT

Con el fin de extender el impacto de todas sus actividades sustantivas, el CIMAT ha establecido unidades foráneas en las ciudades de Aguascalientes, Zacatecas y Monterrey. Estas unidades han contribuido al desarrollo de la competitividad y crecimiento de las empresas, organismos públicos e instituciones de educación, ayudando a fortalecer las competencias matemáticas de la sociedad en general y a satisfacer la demanda de recursos humanos con un alto perfil profesional y científico en sus respectivos ámbitos regionales. Capitalizando la experiencia en la extensión de las actividades más allá de su sede en Guanajuato, el Centro se propone atender la región sureste de México desde Yucatán, para atender las necesidades y potenciar las capacidades de dicha región.

Vinculación académica CIMAT-UAdY.

Diversos antecedentes vinculan al CIMAT con la Universidad Autónoma de Yucatán a través de la Facultad de Matemáticas. La Facultad fue inaugurada en 1963 y actualmente ofrece 6 licenciaturas (Matemáticas, Ciencias de la Computación, Enseñanza de las Matemáticas, Actuaría, Ingeniería de Software e Ingeniería en Computación), la Maestría en Ciencias Matemáticas desde 2003, y la Maestría en Ciencias de la Computación, ofrecida desde el 2010 con el propósito de formar especialistas capaces de realizar

investigación científica y desarrollo tecnológico en el campo de la computación y contribuir a la solución de los problemas relacionados ésta en los ámbitos académico, industrial, empresarial y gubernamental.

Dentro de esta primera instancia –formación de recursos humanos– destaca que alrededor del 10% de los estudiantes de los programas docentes del CIMAT provienen de Yucatán y alrededor del 15% de los alumnos de posgrado proviene de la región sureste del país.

Consecuentemente, en la Facultad de Matemáticas de la UADY laboran como académicos un importante número de egresados del CIMAT, a los que se suman aquellos que han realizado sus tesis para la obtención de grado bajo la supervisión de investigadores del propio Centro.

En segunda instancia, la investigación, la relación del CIMAT con la UADY ha incluido las colaboraciones entre varios grupos; un ejemplo de ello es el que mantienen los Drs. Ricardo Lagarda Sáenz y Mariano J. J. Rivera Meraz, cuyos productos son diversas publicaciones en revistas indexadas.

Otro ejemplo de la colaboración entre investigadores son los trabajos realizados en el terreno de la geometría diferencial y la teoría de grupos de Lie que sostienen el Dr. Adolfo Sánchez Valenzuela y el Dr. Ramón Peniche Mena, actual Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Matemáticas, quien obtuvo su doctorado en el CIMAT bajo la supervisión del primero.

Además de contar con varios artículos de investigación publicados en revistas internacionales de manera conjunta, los Dres. Sánchez Valenzuela y Peniche Mena, han sido co-participantes en diferentes proyectos de investigación de ciencia básica, financiados por CONACYT que han generado movilidad estudiantil ampliando la interacción con nuevos estudiantes.

Actualmente se pretende ampliar esta colaboración hacia la investigación en procesamiento de datos de percepción remota (imágenes satelitales y aéreas) en el marco de la convocatoria CONACYT-INEGI-2013. Asimismo, se realizará la Escuela Invernal del Sureste en Computación y sus Aplicaciones, cuyo objetivo será captar alumnos con interés en este tema, para involucrarlos en la investigación conjunta.

Existen otras colaboraciones entre los grupos de Estadística y Probabilidad, de Geometría, y de Computación-Modelado que han generado múltiples visitas y estancias académicas, reeditando también en publicaciones en revistas indexadas, dirección conjunta de tesis de licenciatura y movilidad estudiantil.

Laboratorios multidisciplinarios en CIMAT.

El *Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática* que está funcionando en CIMAT tiene como objetivo resolver problemas de pertinencia nacional, que involucren interdisciplinariedad combinando las tres áreas del conocimiento del Centro: Matemáticas, Probabilidad y Estadística y las Ciencias de la Computación.

Actualmente se desarrollan 6 proyectos relacionados con el modelado de yacimientos petroleros, nuevas energías, procesamiento de imágenes para prevenir desastres naturales (en colaboración con la UADY), propagación de epidemias, bioinformática y optimización de procesos en ingeniería.

Por su parte, el *Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría* (LEMME), tiene por objeto generar y transferir conocimiento estadístico y matemático para modelar la realidad económica.

La modelación matemática y econométrica ha sido uno de los ejes fundamentales del Centro; junto con las matemáticas, la estadística y la teoría económica en un plano multidisciplinario e integral, brindan herramientas para generar respuestas específicas en lo que respecta a modelos de pronóstico, análisis de elasticidades, indicadores de mercado, representaciones latentes, modelos estocásticos insumo-producto, finanzas, teoría de juegos, investigación de operaciones, optimización y riesgos, entre muchos otros.

Ubicación de la Unidad Foránea del CIMAT en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán.

El proyecto de CIMAT se inserta en el Parque Científico Tecnológico de Yucatán, al ser este un desarrollo que promoverá el desarrollo económico y social del estado mediante la formación de talento humano de alto nivel y la inversión en infraestructura científico tecnológica para atender las vocaciones industriales de la región y propiciar la creación de empresas de la nueva economía.

El Parque dará origen a un ecosistema de innovación que potencie las capacidades científico-tecnológicas, favorezca el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y servicios basados en la innovación, creando una alianza entre la academia, el sector productivo y el gobierno para transformar al estado en una sociedad y economía basadas en el conocimiento.

Como parte de los objetivos de la inversión estatal en el PCTY, la primera etapa se concentra en proyectos de investigación, infraestructura especializada, ampliación de la oferta de cursos de posgrado, fortalecimiento del sistema bibliotecario de Yucatán y el impulso a la creación de redes de trabajo entre los grupos de investigación con orientaciones afines. Para la segunda etapa, se considera la inversión para el emprendimiento de base tecnológica y creación de nuevas empresas, así como la atracción de empresas en áreas afines a las líneas de investigación del Parque.

El Parque Científico de Yucatán se ubica a una distancia aproximada de 25 km al norponiente de la ciudad de Mérida, cercano a la localidad de Sierra Papacal, con una extensión de 200 hectáreas y dotará de infraestructura general académica y laboratorios especializados a los Centros de Investigación e Instituciones de Educación Superior y empresas de base tecnológica que ahí se instalen.

La presencia de los Centros Públicos de Investigación y Universidades que cohabitarán dentro del Parque, brindará un enfoque multidisciplinario que retroalimentará su propia investigación y facilitará la absorción del conocimiento científico y tecnológico ahí generado, entre las empresas tanto del Parque como de la región.

La primera etapa del Parque considera la incorporación de unidades de investigación aplicada enfocada principalmente a las necesidades estatales y nacionales, en donde se oferten servicios especializados orientados a generar soluciones tecnológicas para cualquier empresa interesada. Los Centros Públicos de Investigación y Universidades correspondientes a esta etapa son:

1. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CIATEJ)
2. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)
3. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, (CIESAS)
4. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV)
5. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)
6. Universidad Autónoma de México (UNAM)

El CIMAT ha establecido un compromiso bilateral con el Gobierno del estado de Yucatán, para integrarse al PCTY, que se ha formalizado mediante la firma de una carta de intención en la cual se manifiesta la intención del Ejecutivo estatal para la donación de un predio en el Parque, en el que el CIMAT edifique su sede.

El PCTY ya cuenta con la construcción de una *Biblioteca Central* para albergar un acervo de 25 mil volúmenes, dotada con salas de lectura formal e informal y dos salones-auditorio para 35 personas. Su infraestructura contempla también una *Residencia de Profesores visitantes y Alumnos de posgrado*, la cual contará con 5 módulos de residencia de profesores y proveerá espacio para visitantes en estancias cortas o prolongadas.

Objetivos del proyecto Unidad Mérida de CIMAT.

La presente propuesta considera el diseño, construcción y puesta en marcha, de una Unidad Foránea del CIMAT dentro del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, en respuesta a la convocatoria para establecer un centro de investigación en matemáticas de alto nivel que complemente las capacidades científicas y tecnológicas en las áreas estratégicas del estado de Yucatán, 2013-CXX

Objetivos

1. Contribuir a la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones académicas y de investigación que desarrollen matemáticas de alto nivel en México.

En atención a este objetivo, la presente propuesta contempla un proyecto académico inicial basado en lo mejor de la experiencia y trayectoria institucional del CIMAT. Se basa en un fuerte acercamiento de profunda vinculación e interacción con la comunidad académica existente en la región, especialmente con la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, así como con la de los centros públicos de investigación del CONACYT que cuentan con sedes en Mérida y sus alrededores.

La propuesta para hacerlo consiste en establecer primeramente un programa de intercambio y movilidad académica organizada alrededor de los coloquios y seminarios de los grupos de investigación que ya colaboran e interactúan por los diferentes nexos e intereses científicos desarrollados hasta ahora.

Partiendo de las colaboraciones ya descritas en los Antecedentes, se propone que la fase inicial del programa de intercambio y movilidad académica opere con visitas alternadas de investigadores de una institución a la otra, con periodicidad de dos semanas en la alternancia, en la que los investigadores visitantes dicten una conferencia en el seminario o coloquio de la institución receptora. La propuesta incluye

que la estancia de los investigadores visitantes tenga una duración de entre tres y cinco días, con el fin de propiciar acercamientos de nuevos investigadores a los grupos que ya mantienen colaboraciones regulares.

Se contempla además promover estancias de mediana y larga duración por parte de investigadores del CIMAT y líderes académicos en sus áreas de especialidad, con el fin de consolidar y robustecer el desarrollo científico de sus contrapartes en la UAdY.

Otra fase de la propuesta consiste en celebrar, tanto en las instalaciones del PCTY como en las de la Facultad de Matemáticas de la UADY, eventos académicos especializados –en su inicio, a lo largo de los temas en los que ya existe una colaboración interinstitucional– de corte y alcance internacional. Se buscará aprovechar los recursos existentes como son las facilidades que ya existen en el PCTY para el alojamiento de visitantes y las aulas.

La posibilidad de derivar hacia la Unidad de Mérida aquellos eventos de interés regional, que puedan ser focos de atracción científica para la comunidad internacional, ayudará al posicionamiento de las instituciones anfitrionas.

2. Fortalecer la oferta educativa especializada de posgrado en la modalidad de doctorado para Yucatán y la región, incluyendo el Caribe y Centro América, formando capital humano, del más alto nivel que cuente con la habilidad de trabajar en la solución de problemas científicos y tecnológicos de gran impacto local, regional, nacional e internacional.

Al contar con un programa de colaboraciones científicas conjuntas, de movilidad e intercambio académico y de celebración de eventos académicos especializados, resulta viable en el futuro cercano ofrecer un programa de doctorado conjunto entre la FMAT de la UADY y el CIMAT. Además, la ubicación geográfica de Mérida resulta estratégica para captar a alumnos de América Central y de América del Sur, por lo que entre los objetivos del programa académico está, precisamente, abrir la promoción y la difusión de los proyectos radicados en la región de Mérida, hacia los países vecinos.

3. Con la participación de profesores e instituciones locales, apoyar la oferta educativa de pregrado y maestría en matemáticas de Yucatán a través del fortalecimiento de las instituciones locales y regionales para generar alianzas estratégicas que posicionen al Estado en la investigación y enseñanza de las matemáticas.

Usando la experiencia adquirida en la colaboración estrecha con la Universidad de Guanajuato, se participará activamente en el apoyo a programas de licenciatura y maestría que ofrece la Facultad de Matemática de la UAdY. El CIMAT también espera encontrar la mejor forma de fortalecer la enseñanza de las matemáticas a nivel de

secundaria y preparatoria. Este planteamiento aprovecha la vinculación que ya existe entre grupos de investigadores del CIMAT y la FMAT

Gracias a ello se han identificado oportunidades de colaboración consistentes en el enlace de bibliotecas a través de accesos revistas electrónicas, el desarrollo de seminarios inter-institucionales, la movilidad estudiantil y la codirección de tesis.

Derivado de las estancias de investigadores, se ofrecerá la participación del personal del CIMAT en la impartición de cursos semestrales regulares de la FMAT.

4. Impulsar el desarrollo de grupos multidisciplinarios de investigación básica y orientada en matemáticas, ciencias de la tierra, cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística.

Las actividades que se proyectan para el trabajo de la Unidad Mérida del CIMAT, consideran la participación específica de investigadores de la región y abarcan las siguientes líneas de investigación:

Geometría algebraica: Teoría de Espacios Moduli

El objetivo principal es desarrollar el tema de la teoría de espacios moduli en el sur de México, teniendo sede en Mérida, se incluirán en el proyecto a investigadores y estudiantes de la Universidades de Yucatán, Oaxaca, Chiapas y Tabasco. Con algunos de ellos se tiene contacto y ya se han organizado eventos especializados en el tema.

Geometría y dinámica compleja

En esta línea se trabajará el estudio de las acciones de grupos discretos en variedades complejas de dimensiones altas, continuando la línea de investigación iniciada por José Seade y Alberto Verjovsky en los años 1990. Esto generaliza el estudio clásico de grupos de Klein y geometría hiperbólica, que vienen desde Poincaré y pasan por Ahlfors, Sullivan y Thurston, entre otros. Actualmente colaboran en esta línea dos profesores jóvenes de la UADY, Juan Pablo Navarrete y Waldemar Barrera. Ellos dos han publicado 3 artículos en colaboración con Ángel Cano, quien fue estudiante doctoral de Seade y ahora es investigador Titular A del Instituto de Matemáticas de la UNAM en Cuernavaca. Se propone que tanto el propio Dr. Seade como el Dr. Lê Dun Trang se incorporen al proyecto de la Unidad Mérida.¹

¹ Sobre los Dres. Trang y Seade se incluye información en la sección *Equipo de trabajo*, al finalizar la sección **Objetivos**

Matemáticas para el planeta Tierra

Esta línea de trabajo contempla la investigación en matemáticas de los procesos relacionados con la continua evolución dinámica de nuestro planeta, creando un contexto interdisciplinar y buscando sinergias entre investigadores de dichas temáticas.

Investigación en Cómputo Científico: Análisis y Procesamiento de Imágenes

Se pretende consolidar un grupo de investigación entre personal del CIMAT Guanajuato y Unidad Mérida, junto con el personal de los CPI e IES del Parque, para aplicar y realizar investigación en cambios de litoral (playas), modificación de manglares, cambios de uso de suelo, detección de derrames petroleros, entre otros temas propios del sureste mexicano.

Se prevee que el trabajo de los laboratorios multidisciplinarios desarrolle líneas en colaboración con investigadores radicados en Yucatán, y que inclusive algunas de éstas estén radicadas específicamente en la Unidad del CIMAT en dicho estado.

En el caso del Laboratorio de Modelación Matemática, ya se está trabajando en la línea de procesamiento de imágenes para la prevención de desastres naturales. Otras líneas específicas son:

- **Salud:**

- Imagenomenología médica
- Diabetes
- Dengue
- Epidemiología
- Modelos en Neurociencias

- **Energía:**

- Caracterización dinámica de yacimientos naturalmente fracturados y arenos arcillosos
- Explotación de yacimientos de shale gas
- Diseño computacional de materiales
- Control y Optimización

- **Recursos y Riesgos Naturales:**

- Manejo y gestión del Agua
- Pandemias

Análisis de imágenes satelitales
Análisis de vulnerabilidad en redes

Por su parte, las líneas a desarrollar en el Laboratorio de Economía Matemática son:

• **Economía Matemática:**

Teoría de Juegos
Optimización
Investigación de operaciones

• **Finanzas:**

Portafolios óptimos de inversión
Valuación robusta de derivados

• **Riesgos:**

Modelación de procesos de riesgo
Medidas de riesgo generales

• **Econometría:**

Relaciones de largo plazo en sistemas económicos complejos
Diseño de modelos predictivos de máxima precisión para agregados económicos.
Medidas de persistencia y evaluación de impactos en la modelación económica.

Otras líneas de investigación:

Métodos computacionales en materiales, estructura y dinámica de partículas; Supercómputo, Geociencias, Modelación y predicción de huracanes, Modelación de yacimientos petroleros, Problemas inversos para recursos de hidrocarburos (Ecografía y Deducción de la densidad bajo tierra a partir de la medición de la fuerza de gravedad local) y Nanotecnología: Modelación de materiales desde el nivel molecular.

5. Ampliar la infraestructura científica de Yucatán con la creación de un nuevo Centro de Investigación.

En su etapa inicial la planta científica del CIMAT en Yucatán estará conformada por 10 investigadores, lo que se complementa mediante el acceso remoto a los recursos bibliográficos y de información en revistas electrónicas especializadas y bases de datos

con los que cuenta la sede del CIMAT en Guanajuato. Todo ello contribuirá a incrementar la infraestructura científica del estado de Yucatán.

En un momento posterior, el CIMAT aportará también infraestructura física, al edificar sus instalaciones en el Parque.

6. Convertir a Yucatán en un centro de referencia nacional e internacional de investigación y enseñanza en matemáticas.

La visibilidad que el CIMAT ha obtenido a lo largo de sus 33 años de existencia, basada en estrechas relaciones de colaboración con investigadores y departamentos homólogos en instituciones nacionales e internacionales, le han conferido prestigio y poder de convocatoria para la realización de eventos académicos de carácter internacional, la incorporación de estudiantes extranjeros a sus programas docentes y la presencia de reconocidos investigadores de talla internacional en visitas académicas al Centro.

Estas condiciones, que han hecho del CIMAT un actor fundamental de la comunidad matemática mundial, son potencialmente materializables en el contexto ofrecido por el Parque y su entorno regional, lo que contribuirá a posicionar a Yucatán como referente en este campo.

El proyecto contempla la contratación de 4 investigadores en posiciones posdoctorales para fortalecer las áreas antes descritas. En particular, se contrataría 1 posdoctorante en el área de supercómputo y dos en temas relacionados con matemáticas aplicadas a las geociencias. La convocatoria para estas contrataciones sería internacional pero en igualdad de condiciones se daría preferencia a investigadores originarios del suereste del País.

7. Integrar capacidades científicas y tecnológicas del estado a través del diseño de esquemas colaborativos y de trabajo en red.

La forma de operar de los laboratorios interdisciplinarios que se describieron previamente permite que varios de los desarrollos actuales se puedan continuar haciendo parcialmente en Yucatán, desde el inicio de actividades de la Unidad.

El esquema de los laboratorios permite que varias actividades que se desarrollan actualmente se realicen en Yucatán desde el inicio de actividades de la Unidad. Se

constituye además como una posibilidad para ampliar las redes de colaboración hacia otras instituciones, incluyendo las unidades de investigación residentes en el Parque y en la región.

Equipo de trabajo

Para la puesta en marcha de las actividades del CIMAT en Yucatán, se contará con la participación de los siguientes investigadores:

GRUPO ACADÉMICO DE MATEMÁTICAS BÁSICAS

Leticia Bambrila Paz, Investigador Titular "C", SNI: Nivel III, Doctorado, University College of Swansea, Gales, GRAN BRETAÑA (1986). Áreas de Interés: Geometría Algebraica, Espacios Moduli. Línea de trabajo en Mérida: Geometría algebraica: Teoría de Espacios Moduli.

Marcos Aurelio Capistrán Ocampo, Investigador Titular "A", SNI: Nivel I, Doctorado, Instituto Courant, ESTADOS UNIDOS (2003). Áreas de Interés: Problemas inversos, análisis numérico.

Gonzalo Contreras Barandiarán, Investigador Titular "D", SNI: Nivel III, Doctorado, Instituto Nacional de Matemática Pura y Aplicada (IMPA), BRASIL (1989). Áreas de Interés: Sistemas Dinámicos. Líneas de trabajo en Mérida: Geociencias (modelación y predicción de huracanes, modelación de yacimientos petroleros, problemas inversos para recursos de hidrocarburos).

Miguel Ángel Moreles Vázquez, Investigador Titular "B", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad de Minnesota, ESTADOS UNIDOS (1995). Áreas de Interés: Ecuaciones diferenciales parciales, análisis numérico, análisis funcional. Líneas de trabajo en Mérida: Geociencias, Métodos computacionales en materiales, estructura y dinámica de partículas.

Adolfo Sánchez Valenzuela, Investigador Titular "D", SNI: Nivel III, Doctorado, Universidad de Harvard, ESTADOS UNIDOS (1986). Áreas de Interés: Geometría Diferencial, Teoría de Supervariedades. Línea de trabajo en Mérida: Geometría diferencial y teoría de grupos de Lie.

GRUPO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Salvador Botello Rionda, Investigador Titular "C", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad

Politécnica de Cataluña, ESPAÑA (1993). Áreas de Interés: Elementos Finitos, Procesamiento de Imágenes, Optimización, Métodos Numéricos y Aplicaciones. Líneas de trabajo en Mérida: Supercómputo y colaboración en la planificación y desarrollo del Laboratorio de cómputo de alto rendimiento del PCTY.

Mariano J. J. Rivera Meraz, Investigador Titular "B", SNI: Nivel II, Doctorado, Centro de Investigación en Óptica A. C, MÉXICO (1997). Áreas de Interés: Visión Computacional, Procesamiento Digital de Imágenes. Línea de trabajo en Mérida: Cómputo Científico: Análisis y procesamiento de imágenes.

GRUPO ACADÉMICO DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Graciela González Farías, Investigador Titular "C", SNI: Nivel III, Doctorado, Universidad Estatal de Carolina del Norte, ESTADOS UNIDOS (1992). Áreas de Interés: Inferencia y Modelación Estadística con énfasis en Análisis Multivariado, Series de Tiempo y Estadística Espacial. Línea de trabajo en Mérida: Modelación estadística, Econometría, Series de tiempo.

Estos investigadores son el conjunto de avanzada con el cual se inicia el trabajo del CIMAT en Mérida; se irán haciendo acompañar paulatinamente por otros investigadores contratados por el Centro para su incorporación en la nueva Unidad. Entre ellos se cubre un espectro amplio de las matemáticas básicas y aplicadas, las ciencias de la computación, el cómputo de alto rendimiento, probabilidad y estadística y la interacción de éstas con las ciencias de la tierra.

Por el perfil de cada uno de los integrantes del grupo inicial y por los antecedentes de trabajo colaborativo con investigadores de la UADY, se trata del personal idóneo para identificar líneas prioritarias de investigación en el ámbito local, establecer vínculos interinstitucionales y fortalecer las capacidades matemáticas entre la comunidad local.

NUEVAS INCORPORACIONES

Lê Dung Trang

Lê Dung Trang es uno de los investigadores más prominentes del mundo en el área de las singularidades analíticas complejas; sus contribuciones en los temas de fibras y fibraciones de Milnor, secciones del hiperplano tipo Lefschetz y variedades polares son consideradas piedras angulares de la Teoría de Singularidades.

El Profesor Lê obtuvo su doctorado en la Universidad de París y ha sido Profesor en las Universidades de Paris 7 (1975-1999) y de Provence (1999-2007) y en la Escuela Politécnica (1983-1995) de Francia, así como en Northeastern University (1986-1992) en los Estados Unidos.

Asimismo, de 1994 a 1999 se desempeñó como Director de Investigación del Centro Nacional de la Investigación Científica de Francia (CNRS), y de 2002 a 2009 como Jefe de la Sección de Matemáticas del Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) en Trieste, Italia.

José Antonio Seade Kuri

El Dr. Seade obtuvo su doctorado en la Universidad de Oxford, UK en 1980. En el mismo año se incorporó como Investigador al Instituto de Matemáticas de la UNAM, y desde 1996 forma parte de la Unidad Cuernavaca del mismo.

José Seade es autor de numerosas publicaciones en las líneas de investigación de Sistemas Dinámicos, Geometría, Teoría de Singularidades y Acciones de Grupos Discretos en Variedades Complejas.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores donde tiene el nivel III desde 1999; de la Academia de Ciencias de Morelos, de la Academia Mexicana de Ciencias desde 1985, de la Academia de Ciencias del Mundo en Desarrollo (TWAS) desde 2003, del Comité Ejecutivo de la Unión Matemática de América Latina y el Caribe (UMALCA) desde 2009. Asimismo ha sido Asociado "Senior" del Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) de Trieste, Italia (2003-2009); Presidente de la Sociedad Matemática Mexicana (1986-1987); fundador de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas en 1987; Jefe de la Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM (2000-2004), y Profesor "Clase Excepcional" en la Escuela Normal Superior de Lyon, Francia durante el 2005 (estancia sabática). También se desempeñó como miembro del Consejo Científico de la Unión Matemática de América Latina y el Caribe (UMALCA) del 2000 al 2008.

Por su trayectoria fue reconocido en el 2005 con el Premio Ferran Sunyer i Ballaguer en Barcelona, España.

3.- Programa de Actividades

Etapa 1. Inicio del proyecto

6 meses: DE ABRIL A SEPTIEMBRE 2014

ACTIVIDADES Elaboración de los proyectos arquitectónico y ejecutivo (incluye: Ingeniería básica y de detalle, demás estudios necesarios). Arranque de la obra civil Supervisión de obra Realización de estancias académicas de los miembros del grupo de trabajo
PRODUCTOS Proyecto arquitectónico Proyecto ejecutivo Obra civil iniciada

Etapa 2. Continuación del proyecto

15 meses: OCTUBRE DE 2014 A DICIEMBRE DE 2015

ACTIVIDADES Continuación y término de la obra civil Supervisión de obra hasta su término y entrega Elaboración del plan estratégico que considere las etapas de maduración del Centro Elaboración del Manual de Organización y Manual de Procedimientos Inicio del proceso de diseño para un Laboratorio de Cómputo de Alto Rendimiento Equipamiento del inmueble: cableado (voz, datos y adecuación sala VC), equipo de cómputo especializado Realización de estancias académicas de corta y larga duración de personal del CIMAT y de líderes académicos nacionales e internacionales Diseño de programa de posgrado Dirección de tesis de posgrado y pregrado de las instituciones de la región Realización de eventos académicos
PRODUCTOS Inmueble terminado Equipamiento instalado Plan estratégico por etapas de maduración Manual de Organización y Manual de Procedimientos Estancias académicas para el fortalecimiento de las capacidades regionales Programa de posgrado diseñado Tesis dirigidas Eventos académicos realizados

Etapa 3.

15 meses: ENERO 2016 A MARZO 2017

ACTIVIDADES Elaboración de la Propuesta para generar oferta de servicios y productos tecnológicos Elaboración del Plan de sustentabilidad financiera Puesta en marcha del programa de posgrado Definición de estrategias de vinculación Culminación del plan para el desarrollo de un Laboratorio de Cómputo de alto rendimiento
PRODUCTOS Propuesta para generación de oferta de servicios y productos tecnológicos Programa de posgrado en marcha Plan para el desarrollo de un Laboratorio de Cómputo de alto rendimiento con Plan para capacitación de su personal responsable Vinculaciones formalizadas con sectores académico y productivo

4.- Presupuesto

CONSTRUCCIÓN Y/O ADECUACIÓN DE EDIFICIOS E INSTALACIONES	\$26,490,000.00
SUPERVISIÓN DE OBRA CIVIL	\$795,000.00
PASAJES Y VIÁTICOS	\$2,780,000.00
PAGO POR SERVICIOS EXTERNOS ESPECIALIZADOS	\$2,340,000.00
SUELDOS, SALARIOS Y COMPENSACIONES	\$14,420,000.00
PAGO A INVESTIGADORES Y TECNÓLOGOS ASOCIADOS	\$5,460,000.00
ESTANCIAS ACADÉMICAS DE INVESTIGADORES PARTICIPANTES E INVITADOS	\$2,160,000.00
APOYO MENSUAL A ESTUDIANTES	\$530,000.00
GASTOS DE CAPACITACIÓN A PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	\$80,000.00
EQUIPO DE CÓMPUTO ESPECIALIZADO	\$1,800,000.00
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	\$985,000.00
TOTALES	\$57,840,000.00

Proyecto para la construcción y puesta en marcha de un centro de investigación y enseñanza matemática en el Estado de Oaxaca

La presente propuesta considera el diseño, construcción y puesta en marcha de un centro de investigación y enseñanza matemática de calidad internacional en el estado de Oaxaca, con enfoque a replicar las acciones de la Banff International Research Station (BIRS).

Con el propósito de contribuir a que el estado de Oaxaca revierta su bajo índice de competitividad global y que mejore su posición en educación, su Plan Estatal de Desarrollo contempla entre sus estrategias las siguientes líneas de acción:

- La creación de nuevos centros y unidades de investigación creados para atender los problemas, necesidades y oportunidades de las diversas regiones del estado;
- Programas y espacios formativos, creativos e interactivos establecidos y fortalecidos, que promuevan el interés por la información y formación científica y tecnológica en la sociedad.

I. Antecedentes

1. Del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

El CIMAT está orientado al cumplimiento de tres objetivos fundamentales: 1) Generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialidad del Centro. 2) Formar recursos humanos de excelencia en sus áreas de especialidad, a nivel licenciatura y posgrado, y 3) Fortalecer la vinculación con los sectores público, privado y social a través del desarrollo de proyectos de investigación aplicada, de la oferta de servicios tecnológicos y de consultoría, de la impartición de programas de capacitación y de la difusión y la divulgación de las matemáticas.

Las tres áreas de investigación del Centro (Matemáticas Básicas, Probabilidad y Estadística y Ciencias de la Computación) mantienen estrechas relaciones de colaboración con investigadores y departamentos homólogos en instituciones nacionales e internacionales, lo que favorece, entre otras cosas, la generación de conocimiento científico y su publicación en coautorías, la presencia de

reconocidos investigadores en visitas y estancias académicas en CIMAT y la organización regular de eventos académicos nacionales e internacionales.

Las principales estrategias y hechos determinantes que han permitido la consolidación y crecimiento del Centro se pueden resumir de la siguiente forma:

(a) La voluntad institucional por vincular el conocimiento científico básico de su especialidad a los problemas de su localidad;

(b) La voluntad institucional por vincular a su planta académica a las necesidades de la Universidad del Estado; en particular, para fortalecer las labores de docencia en matemáticas y computación;

(c) La visión de haber contado con una casa de profesores y alumnos visitantes que operara paralelamente a un nutrido programa de eventos académicos de importancia nacional e internacional, avocados a promover tanto la investigación científica básica como la aplicada.

(d) La convicción de que el éxito y prestigio institucionales debían resultar de la más alta y excelente calidad y reconocimiento de su investigación, lo que a su vez debía descansar sobre una planta académica sólida del más alto nivel de preparación, desempeño y rendimiento.

Con el fin de extender el impacto de todas sus actividades sustantivas, el CIMAT ha establecido unidades foráneas en las ciudades de Aguascalientes, Zacatecas y Monterrey. Estas unidades contribuyen al desarrollo de la competitividad y crecimiento de las empresas, organismos públicos e instituciones de educación; ayudan a fortalecer las competencias matemáticas de la sociedad en general y a satisfacer la demanda de recursos humanos con un alto perfil profesional y científico.

La formación de recursos humanos ha sido uno de los tres objetivos fundamentales del CIMAT desde su creación, ofreciendo programas en sus áreas de especialidad a nivel licenciatura y posgrado. La combinación entre investigación científica altamente competitiva y una planta académica de excelencia fundamentan la alta calidad y el posicionamiento nacional e internacional de los programas del Centro.

La visibilidad que el CIMAT ha obtenido a lo largo de sus 33 años de existencia, basada en estrechas relaciones de colaboración con investigadores y departamentos homólogos en instituciones nacionales e internacionales, le han conferido prestigio y poder de

convocatoria para la realización de eventos académicos de carácter internacional, la incorporación de estudiantes extranjeros a sus programas docentes y la presencia de reconocidos investigadores de talla internacional en visitas académicas al Centro.

La organización de eventos científicos ha permitido a Cimat reunir en Guanajuato a expertos de talla internacional en sus líneas de investigación. Año con año se realiza en el CIMAT un promedio de 10 de estos eventos, con la asistencia global de alrededor de 500 participantes.

En este rubro es de destacarse la reciente organización de la primera edición del Congreso Matemático de las Américas, cuyo programa –conformado por 5 sesiones plenarias, 22 conferencias invitadas y 42 sesiones temáticas— atrajo la participación de casi 1000 matemáticos del todo el Continente.

Estas condiciones, que han hecho del CIMAT un actor fundamental de la comunidad matemática mundial, son materializables en el contexto de un centro de calidad internacional para la investigación y enseñanza matemática en Oaxaca.

Desde sus inicios, el CIMAT ha tenido el compromiso de llevar el conocimiento matemático también hacia todos los sectores de la sociedad. En particular, cuenta con una importante tradición en la realización de talleres de divulgación de la ciencia para alumnos de preparatoria (desde 1997), secundaria (a partir de 2004) y de primaria (desde 2003). En años más recientes se han realizado estos talleres también en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas y en Campeche, Campeche.

El modelo de los talleres del CIMAT ha sido replicado exitosamente en otras instituciones, como los centros de Geociencias en Querétaro Radioastronomía y Astrofísica en Morelia, Michoacán, ambos de la UNAM; el CICESE en conjunto con la UNAM, en Ensenada, BC; el CINVESTAV-IPN en Irapuato, Guanajuato y el INAOE en Tonantzintla, Puebla. Exalumnos de los talleres de ciencia del CIMAT han iniciado en 2012, un taller de ciencia para jóvenes en España.

Para atender público del nivel licenciatura, CIMAT organiza los Veranos de las Matemáticas, escuelas que tienen su origen en el Verano de Probabilidad y Estadística,

que se realizó por primera vez en 2008. Los Veranos ofrecen a sus participantes un programa intensivo de minicursos, laboratorios y conferencias generales sobre diversos temas y aplicaciones de ciencias de la computación, probabilidad y estadística y matemáticas básicas y aplicadas.

En el ámbito de la formación de docentes en matemáticas, el Centro ha llevado a cabo diversos programas de fortalecimiento de competencias para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y, recientemente, ha diseñado la Especialidad en Enseñanza de las Matemáticas en la Secundaria, que se ha impartido a docentes de la Secretaría de Educación en Guanajuato.

Desde el 2009 se tiene un programa establecido para atender visitas escolares en el Centro. En 2012 se atendieron 34 visitas en las que se ofrecieron 94 conferencias de matemáticas a 1, 516 estudiantes, desde nivel preescolar hasta el de licenciatura.

2. Del Banff International Research Station

La Estación Internacional de Investigación de Banff, *BIRS* por sus siglas en inglés, es un importante centro internacional de investigación en matemáticas localizado en la ciudad de Banff, Canadá. Es el resultado de un programa de cooperación en matemáticas entre Canadá, Estados Unidos y México.

Los antecedentes del BIRS se localizan en el Forschungsinstitut Mathematisches de Overwolfach, establecido en Alemania en los años 40 para llevar a cabo talleres semanales durante todo el año, que atraían a los mejores científicos matemáticos del mundo. En los años 80 esta experiencia fue replicada por Francia con el establecimiento de un centro en la localidad sureña de Luminy.

Además de la promoción de las matemáticas, estos centros han generado importantes corrientes de vinculación para utilizarlas en la solución de problemas de los sectores científicos, económicos y sociales.

En enero de 2000, el Pacific Institute of Mathematical Sciences (PIMS) de Canadá y el Mathematical Science Research Institute (MSRI) de EEUU, se unieron para darle vida al

proyecto Banff International Research Station (BIRS), como un centro para la interacción científica, donde se desarrollen ideas prometedoras y converjan líneas de pensamiento matemático.

BIRS es un centro dedicado a la investigación colaborativa e interdisciplinaria con un enfoque en las ciencias matemáticas y su amplia gama de aplicaciones en las ciencias y en la industria. Su *modus operandi* facilita las interacciones intensas y prolongadas entre los científicos en un entorno aislado, en instalaciones que puedan adaptarse a las actividades de investigación sin interrupciones en una variedad de formatos, complementándolo con alojamiento y manutención.

BIRS ayuda en la difusión de la cultura matemática a la comunidad en general y en la promoción de la escritura matemática-científica para un público amplio, acciones indispensables para reducir la brecha entre los profesionales y los usuarios de la ciencia moderna y la tecnología.

Cada año, la estación alberga más de 2000 investigadores de 400 instituciones de más de 60 países. Las principales actividades son su serie anual de 48 talleres de 5 días, cada uno con capacidad para 42 investigadores en disciplinas en las que se utilizan diversos aspectos de las matemáticas, ciencias de la computación y la estadística, en formas novedosas.

Las instalaciones de BIRS están situadas en el Centro Banff, que es reconocido internacionalmente como un lugar de intensa actividad cultural.

En 2005 el Instituto de Matemáticas de la UNAM (IMUNAM) fue invitado a participar en el Comité Ejecutivo de BIRS que quedó así conformado por los directores de BIRS, de PIMS, de MITACS (Mathematics of Information Technology and Complex Systems Network of Centres of Excellence, Canadá), del MSRI (Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, California) y del IMUNAM. A raíz de que el IMUNAM fuera invitado a participar en el gobierno de BIRS, el CONACyT también lo patrocina a partir del 2006.

II. Propuesta de atención a la Demanda

Ante la importancia que para México representa desarrollar las matemáticas en todos sus niveles y vincularlas con la solución de los problemas nacionales, la presente propuesta consiste en la creación de un centro de investigación y enseñanza de las matemáticas en Oaxaca, denominado *CASA MATEMÁTICA OAXACA*, en un esquema de operación conjunta entre el propio BIRS, el Instituto de Matemáticas de la UNAM (que ya forma parte del Comité Ejecutivo de BIRS), el Departamento de Matemáticas del CINVESTAV-IPN, el Centro de Ciencias Matemáticas de la UNAM en Morelia y el Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT).

La apertura de este Centro en México es de interés para la comunidad matemática internacional, pues además del apoyo que ofrecería para la investigación, enseñanza y divulgación de las matemáticas en México, atraería un flujo constante de matemáticos de talla internacional a nuestro país, facilitando su potencial interacción con las instituciones donde se cultivan las matemáticas en México.

Puesto que uno de los problemas más apremiantes de la educación en México es el bajo nivel de su enseñanza matemática, se propone que paralelamente a las de investigación y aplicaciones de alto nivel, el CAMAO lleve a cabo actividades académicas similares a la de BIRS pero concentradas en todos los sectores educativos del país.

Son varios los motivos que han llevado a considerar a Oaxaca como la sede para la creación de una nueva estación internacional asociada a BIRS. Oaxaca es un emporio cultural y tiene una base de instituciones académicas que constituyen un ambiente propicio para el desarrollo de actividades científicas donde el contacto internacional – especialmente de alto nivel– propiciará el desarrollo de nuevas ideas y aplicaciones que redundarán en el desarrollo del Estado. Los múltiples atractivos históricos, gastronómicos y artísticos, así como la atmósfera intercultural que se respira en Oaxaca, destacando la de las culturas originarias, lo mismo que su ubicación, clima e instalaciones para eventos y hospedaje, lo convierten en un lugar ideal para este tipo de organizaciones, que seguramente atraerá a científicos de todo el mundo.

1. Operación logística de la Casa Matemática

La logística operativa consistirá en la organización de 40 eventos académicos semanales, con la asistencia de 40 participantes cada uno, a quienes se proporcionará hospedaje y alimentación.

Por otra parte, las instituciones involucradas generarán un flujo de personal de investigación responsable de organizar y llevar a cabo eventos especializados de investigación, docencia y divulgación de las matemáticas. Esta infraestructura humana se incorporará a la existente en Oaxaca en diversos ciclos a lo largo de todo el año.

La Casa contará con una plantilla operativa para proporcionar los servicios requeridos logísticos, técnicos y administrativos.

2. Equipo de trabajo de la Casa Matemática

Director general

Deberá ser una persona de reconocida calidad ética, méritos, prestigio profesional y experiencia relacionada con las actividades sustantivas de la Asociación, quien dirigirá académica, técnica y administrativamente a la Casa.

Subdirector de actividades científicas

Deberá ser un profesional de alguna disciplina dentro del campo de las matemáticas, quien supervisará el cumplimiento de los programas de eventos de investigación y coadyuvará en la selección de las propuestas de carácter científico recibidas por CAMAO.

Subdirector de actividades educativas

Deberá ser un profesional de alguna disciplina dentro del campo de las matemáticas con conocimiento y experiencia relacionadas con actividades de formación de recursos humanos en matemáticas. El titular de esta subdirección deberá interactuar con instancias educativas para promover la presentación de propuestas relativas a eventos de capacitación y educación en matemáticas.

Gerente

Deberá ser una persona con experiencia en áreas administrativas y será el responsable de la logística de operación de la Casa Matemática.

Personal técnico-operativo

Este personal estará encargado de proveer los servicios de soporte en materia de cómputo y redes, difusión y promoción, alojamiento y en general los necesarios para el funcionamiento de la Casa.

3. Objetivos específicos de la propuesta.

a) Incrementar la infraestructura científica en el Estado de Oaxaca.

La propuesta en infraestructura consiste en la construcción de un inmueble con capacidad para albergar las actividades de grupos de diversos tamaños: cubículos para investigadores, salones de seminarios, complementados con áreas de servicio como salones de cómputo, salas de reunión para discusión en pequeños grupos, almacenes, cocina, comedor institucional y oficinas para la operación logística y gerencial.

El Centro será construido en un predio donado por el maestro Francisco Toledo, anexo al Centro de las Artes de San Agustín (CaSa) –creado e impulsado por el propio artista— el cual está establecido en la antigua Fábrica de Hilados y Tejidos de Vistahermosa en San Agustín Etlá. Para su construcción y arquitectura, CAMAO se integrará de forma armónica al CaSa apegándose a los mismos lineamientos, incluyendo los principios ecológicos, ambientales y de excelencia que caracteriza al resto del conjunto.

La Casa Matemática de Oaxaca contará con acceso a través de internet, a los recursos de información de las instituciones asociadas, y eventualmente podrá conformar un acervo bibliográfico físico. Asimismo, CAMAO podrá solicitar acceso a las instalaciones del Centro de las Artes de San Agustín, para complementar su infraestructura física.

b) Diseñar e implementar programas académicos de excelencia orientados a la enseñanza de la matemática en conjunto con el arte y la cultura.

Adicionalmente al programa científico que el BIRS realice en Oaxaca, la experiencia del CIMAT en organización de eventos llevará a este nuevo centro la realización de eventos puntuales y programas orientados a desarrollar las capacidades científicas, artísticas y culturales de acuerdo a las necesidades y potencialidades detectadas en el estado de Oaxaca. Para ello se establecerá una estrecha vinculación con las instancias educativas de Oaxaca y sus estados vecinos, así como con el Centro de las Artes de San Agustín Etlá.

c) Desarrollar programas de capacitación, orientados a fortalecer las habilidades y capacidades de los recursos humanos en temas de la matemática, arte y cultura.

La experiencia del CIMAT y las instituciones participantes en la formación de docentes de matemáticas del nivel secundaria, se aprovechará como base del diseño de programas específicos para el entorno educativo de CAMAO.

Nuevamente, la vinculación, en este caso con las autoridades educativas estatales, resulta indispensable para determinar y documentar los aspectos específicos a fortalecer dentro de las matemáticas, las artes y la cultura.

d) Realizar trabajo de investigación y de formación de recursos humanos.

El principio funcional de la Casa Matemática de Oaxaca, en concordancia con la de BIRS, es la confluencia de investigadores matemáticos en un mismo espacio para su trabajo colaborativo, tanto para la realización de eventos de formación y divulgación como propiamente de investigación. En este sentido, CAMAO proveerá un espacio para el trabajo intensivo mediante estancias de investigación colaborativa.

e) Vincular al sector académico, social, gubernamental y productivo del país para desarrollar programas que fomenten la investigación y la enseñanza de la matemática.

Las instituciones participantes conjuntan una importante proporción de la generación de conocimiento matemático que se realiza en México. Esta condición permite que se convoque periódicamente a diversas instituciones, autoridades y actores del sector productivo y gubernamental, a participar en la detección de necesidades y el establecimiento de prioridades que orienten el diseño de los programas de actividades de la CAMAO.

f) Colaborar con el Centro Banff de Canadá para replicar el programa BIRS: Banff International Research Station for Mathematical Innovation & Discovery en el Estado de Oaxaca.

Se planea la creación de una asociación civil, integrada inicialmente por el Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., el Instituto de Matemáticas y el Centro de Ciencias

Matemáticas, ambos de la UNAM, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN y el Centro de las Artes de San Agustín.

Una vez conformada esta asociación, que tendrá personalidad jurídica y patrimonio propios, se firmará un convenio de colaboración con la Banff International Research Station, para recibir una parte de su programa, dentro de las actividades anuales que se realicen en la Casa Matemática Oaxaca.

3.- Programa de Actividades

ETAPA 1 Inicio de los trabajos
ACTIVIDADES
Desarrollo de Infraestructura Desarrollo del proyecto arquitectónico y elaboración de estudios de ingeniería básica de de detalle; desarrollo del proyecto ejecutivo. Trabajos preliminares de obra Ejecución de la obra civil durante 3 meses Adquisición de subestación, transformador y planta de emergencia Supervisión y seguimiento de obra
Planeación Constitución de la Asociación Civil Elaboración y firma de convenio de colaboración con la Banff International Research Station (BIRS)
Operación Realización de un evento piloto de enseñanza de matemáticas
PRODUCTOS DE LA ETAPA 1
Proyecto Arquitectónico: 100% Proyecto Ejecutivo: 100% Acta constitutiva de <i>Casa Matemática Oaxaca</i> : 100% Convenio de colaboración con la Banff International Research Station (BIRS): 100% Ejecución de obra: 20%

ETAPA 2

Conclusión y equipamiento de infraestructura y planeación

ACTIVIDADES

Desarrollo de Infraestructura

Continuación y conclusión de la obra

Supervisión y seguimiento de obra

Equipamiento del inmueble

Planeación

Elaboración de los planes estratégico y de negocios y modelo de sustentabilidad

Definición de propuestas de vinculación

Planeación y diseño de sitio web

Operación

Incorporación de tecnólogos asociados al proyecto

Incorporación de personal operativo

Recepción e instalación de equipamiento

Desarrollo e implementación de sitio web

Mantenimiento de sitio web

PRODUCTOS DE LA ETAPA 2

Inmueble de CMO construido y ejecutado: 100%

Plan Estratégico por Etapas de Maduración: 100%

Plan de Negocios con análisis de factibilidad y riesgo y modelo de sustentabilidad: 100%

Sitio web: 100%

ETAPA 3

Inicio de operaciones

ACTIVIDADES

Operación

Definición de propuestas de vinculación

Desarrollo de acciones de vinculación

Realización de eventos académicos

Difusión de las actividades e impresión de materiales

Mantenimiento de sitio web

PRODUCTOS DE LA ETAPA 3

Acciones de vinculación con instituciones nacionales e internacionales ejecutadas: 100%

Programas y actividades académicas de investigación y enseñanza de la matemática diseñados y ejecutados: 100%

Programas de capacitación de recursos humanos orientados a la enseñanza matemática diseñados y ejecutados: 100%

4.- Presupuesto

CONSTRUCCIÓN Y/O ADECUACIÓN DE EDIFICIOS E INSTALACIONES	\$30,650,000.00
SUPERVISIÓN DE OBRA CIVIL	\$919,500.00
PASAJES Y VIÁTICOS	\$568,000.00
PAGO POR SERVICIOS EXTERNOS ESPECIALIZADOS	\$3,074,915.00
PAGO A INVESTIGADORES ASOCIADOS	\$627,975.00
ESTANCIAS ACADÉMICAS DE INVESTIGADORES PARTICIPANTES E INVITADOS	\$1,497,700.00
EQUIPO DE CÓMPUTO	\$695,000.00
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	\$120,000.00
HONORARIOS POR SERVICIOS PROFESIONALES	\$150,000.00
MANTENIMIENTO, SUMINISTROS DE OFICINA Y PERSONAL DE APOYO	\$4,765,000.00
PUBLICACIONES, EDICIONES E IMPRESIONES	\$382,500.00
MOBILIARIO Y EQUIPO DE COCINA Y EVENTOS	\$1,493,000.00
UTENSILIOS Y ACCESORIOS PARA SERVICIO DE ALOJAMIENTO	\$282,260.00
TOTALES	\$45,225,850.00

Proyecto para la implementación de una Red privada de Telecomunicaciones entre Centros Públicos de Investigación y Universidades Públicas del estado de Guanajuato, "Delta Guanajuato"

Introducción:

En el estado de Guanajuato existe un conjunto de instituciones científicas y de educación superior cuyas actividades de investigación básica y aplicada y formación de recursos humanos, así como por aquellas relacionadas con la transferencia de tecnología, demandan un procesamiento de datos de alta complejidad y volumen. A este tipo de procesamiento se ha denominado cómputo de alto rendimiento, o supercómputo, consistente en la configuración de múltiples unidades de cómputo combinadas para ofrecer una gran capacidad de procesamiento simultáneo.

Algunas de estas instituciones han planteado la posibilidad de compartir recursos de cómputo entre ellas, a través de una infraestructura de interconexión. Las instituciones mencionadas son el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), el CINVESTAV-Irapuato (LANGEBIO y Unidad de Biotecnología de Plantas), el Centro de Investigación en Óptica (CIO), el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) en León y el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI).

Cada una de estas instituciones atiende sus líneas de investigación con su propia infraestructura de cómputo y realiza procesamientos de la escala que dicha infraestructura les permite, lo que implica un límite definido para el tipo y tamaño de los problemas que se abordan. Es factible llegar más allá de las capacidades de cada instancia, haciendo que la capacidad de cómputo sea compartida, al interconectar a las instituciones a través de una red privada para realizar tareas de cómputo distribuido y cómputo *grid*.

El cómputo distribuido consiste en la ejecución de procesos de cómputo mediante la intervención de más de dos equipos, el primero de los cuales asigna tareas a otro o a otros equipos no dedicados y a través de enlaces no dedicados (lo que significa que se usan para ésta y otras cosas), para que cada uno de ellos realice la parte encomendada y la regrese al equipo inicial, que conjunta todas las partes y devuelve al usuario el resultado del procesamiento.

Por su parte, en el cómputo *grid* el conjunto de equipos interactúa de manera simultánea, a partir de la recepción de tareas que pueden o no ser codependientes; se trata de equipos dedicados a través de enlaces dedicados (es decir, exclusivamente para las tareas

del cómputo *grid*) que procesan fragmentos de la tarea, la intercambian entre ellos y en conjunto devuelven un resultado al usuario.

De tal manera, la posibilidad que tendrán estas instituciones de abordar temas de alta complejidad se incrementaría de manera muy importante. Como ejemplo, en CIMAT se ha implementado un clúster llamado "El Insurgente" con la participación de investigadores y técnicos, lo que ha permitido estudiar y comprender el funcionamiento de los sistemas de memoria compartida y distribuida, además de desarrollar programas propios que permiten explotar al máximo el potencial de cómputo de los equipos. En estos momentos, en CIMAT se pueden resolver problemas de ecuaciones diferenciales parciales con varios cientos de millones de ecuaciones; mediante la interconexión con los clústers de las otras instituciones participantes, se podría llegar a miles de millones, haciendo que se puedan abordar problemas que en este momento están fuera de alcance.

De la misma forma, se observa en el estado una inminente necesidad de crecimiento tecnológico, educativo y social; dentro del eje *Guanajuato Educado* del Plan Estatal de Desarrollo, se planean estrategias para fomentar y promover la divulgación y Enseñanza de la ciencia y la tecnología. De tal manera, se propone de forma conjunta el desarrollo de la red Supercómputo Estatal y un centro para la divulgación de la ciencia.

Desarrollo de líneas de trabajo

Para el CIMAT, este proyecto tiene impacto en la investigación, la formación de recursos humanos altamente especializados en las áreas de los métodos numéricos y la optimización, así como en la transferencia de tecnología y la vinculación con los diversos sectores de la sociedad.

En el desarrollo de conocimiento básico, que abarca la generación de modelos numéricos adecuados y la optimización estocástica para dar mejores soluciones a los problemas planteados. En las áreas de investigación básica lo que se pretende es desarrollar:

1.-- Nuevos modelos para resolver problemas de la Mecánica de Fluidos.

Utilizando técnicas de Cálculo Infinitesimal (FIC), se ha logrado modelar un problema de convección---difusión en base a residuos los cuales tienen un parámetro de penalización. Estos problemas son ampliamente abordados por la comunidad científica, dado que tienen problemas numéricos muy importantes cuando son del tipo de convección dominante. En los últimos tiempos se ha estado trabajando en el CIMAT para realizar el cálculo automático de dichos parámetros de estabilización de la solución.

2.-- Resolver el problema inverso en acuíferos.

Problema de alta relevancia nacional y particularmente en nuestro estado, donde el monitoreo de los acuíferos es muy importante para la toma de dediciones en el sector agrícola, industrial y poblacional. Contamos con datos reales del acuífero Silao-Romita, que nos permitirá hacer estudios sobre la identificación automática de los parámetros que utilizan los modelos, los cuales son ajustados en forma manual actualmente. Esta es una importante aplicación de las matemáticas y los métodos numéricos para resolver un problema de ingeniería.

3.-- Modelos que permitan realizar un uso y manejo más eficiente del agua.

Existen tres sectores que demanda agua: el agrícola, el Industrial y para el abastecimiento humano. También existen algunas restricciones que se deben de cumplir, como dotar de cierta cantidad de agua a la laguna de Chapala. Si se realiza la optimización para dotar de agua a alguno de los sectores, en general se perjudica a los otros o bien se pueden violar las restricciones. Utilizando técnicas de optimización estocástica multiobjetivo será posible estudiar al mismo tiempo diferentes escenarios, que nos permitirán realizar en forma dinámica un uso más eficiente y efectivo del agua.

4.-- Desarrollar nuevos algoritmos de optimización, que permitan en un número menor de evaluaciones resolver problemas de envergadura. Esto se logrará modificando los métodos de búsqueda de nuevas soluciones, incorporando la experiencia obtenida en los EDAS y en criterios que permitan hacer una explotación de los conceptos del frente de pareto. Nuestra hipótesis principal en este sentido consiste en realizar un mapeo entre la forma del frente en el espacio de funciones y su representación en el espacio de variables, lo que permitirá de una forma consistente realizar una búsqueda más efectiva y practica y sencilla de realizar.

Laboratorios multidisciplinarios en CIMAT.

El proyecto Delta Guanajuato conlleva beneficios también para el funcionamiento y potencial de sus laboratorios multidisciplinarios, pues sus actividades están fuertemente relacionadas con el procesamiento de información y la modelación matemática y estadística, como a continuación se describe:

El *Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática* que está funcionando en CIMAT tiene como objetivo resolver problemas de pertinencia nacional, que involucren interdisciplinariedad combinando las tres áreas del conocimiento del Centro: Matemáticas, Probabilidad y Estadística y las Ciencias de la Computación.

Actualmente se desarrollan 6 proyectos relacionados con el modelado de yacimientos petroleros, nuevas energías, procesamiento de imágenes para prevenir desastres naturales, propagación de epidemias, bioinformática y optimización de procesos en ingeniería.

Por su parte, el *Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría* (LEMME), tiene por objeto generar y transferir conocimiento estadístico y matemático para modelar la realidad económica.

La modelación matemática y econométrica ha sido uno de los ejes fundamentales del Centro; junto con las matemáticas, la estadística y la teoría económica en un plano multidisciplinario e integral, brindan herramientas para generar respuestas específicas en lo que respecta a modelos de pronóstico, análisis de elasticidades, indicadores de mercado, representaciones latentes, modelos estocásticos insumo---producto, finanzas, teoría de juegos, investigación de operaciones, optimización y riesgos, entre muchos otros.

Objetivo del proyecto

Establecer una red de alta velocidad entre las instituciones participantes con el fin de integrar los recursos de cómputo de alto desempeño con las que cuentan, para optimizar el uso de los recursos disponibles y poder atacar problemas de mayor envergadura.

Características de la Red

La velocidad que se busca en este momento es de 300 Mbps entre cualquiera de las instituciones, la red operará en capa 3 independientemente del medio, se contempla un equipo de red (switch en capa 3) para recibir la conexión y un equipo firewall para proteger el clúster y la red interna de cada centro.

La definición inicial se presenta estableciendo los enlaces por medio de torres de comunicación y radios usando las bandas no reguladas y que estén disponibles, en las primeras etapas de la primera fase se realizarán los estudios detallados para determinar las ubicaciones y mejores características para establecer los enlaces.

En este momento se visualizan varios escenarios para la conectividad, entre ellos se presentan dos con mayor claridad, en el primero algunas instituciones dependerán de otra para poder conseguir la conectividad ya que no contarían con la línea de vista necesaria a un repetidor “central”, en la segunda todas las instituciones conseguirían la conectividad usando como máximo dos repetidores.

Se establecerá un esquema que permita a los usuarios de los diferentes centros dar acceso a los clústeres de acuerdo a las reglas de operación que se establecerán de común acuerdo.

Para la conexión a la red NIBA se adquirirá un enlace de fibra óptica del CIMAT al Hotel de CFE en la ciudad de Guanajuato. Se establecerá un centro de operaciones de la red (*Network Operations Center, NOC*) para la operación y control de la red, el soporte para los centros usuarios que estén al final en cascada, será en primer lugar con el centro anfitrión y en segundo lugar con el CIMAT.

Se establecerá una estación WiMAX en el CIMAT para realizar las pruebas de validación y concepto, otras se ubicarán en Irapuato (en principio en Langebio) y León (en principio en el CIO). En primera instancia prestará servicio al ITESI y CIATEC, cuando se implementen los enlaces primarios, la instalación WiMAX se moverá a otra instancia usuaria.

3. Definición preliminar de las etapas de la implementación

- Desarrollo de una red inalámbrica de cómputo con velocidad de 300 Mbs por
- segundo (antenas, radios, equipos en cada institución, protección vía software)
 - Construcción de obra para instalación de antenas y equipo de intercomunicación para la red
 - Instalación y puesta a punto de antenas y equipos de intercomunicación
- Desarrollo del Centro de Operaciones de la Red (NOC) para el tráfico entre las instituciones participantes y la red WIMAX
- Construcción del Centro estatal para la divulgación de la ciencia
- Adaptación del clúster del CIMAT para el control de procesos a alta velocidad,
- Compra e instalación de equipo de pruebas de interconexión a alta velocidad, manejo
- de información compactada y pruebas de desarrollo óptimo de velocidad
- Desarrollo de la interconexión con CFE en Guanajuato para la red NIBA
- Desarrollo de la red WIMAX

El proyecto para la Red Estatal de Supercómputo y de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, contempla dos etapas de ejecución y un presupuesto total de \$60 Millones de pesos, sin embargo, el ejercicio del 2014 está proyectado como a continuación se describe:

Actividades del 2014

Primera etapa, 4 meses

Elaboración de los estudios y proyectos para el desarrollo de infraestructura física para la Red, su centro de operaciones y el Centro de Divulgación de la Ciencia

Gestión de permisos

Inicio de la obra civil del centro de operaciones de la red y el centro de divulgación.

Inicio de la construcción de la infraestructura de conectividad

Segunda etapa, 2 meses

Inicio de obra civil

Requerimientos

Dentro de la postulación del proyecto, se establecen los siguientes requerimientos para su ejecución:

CONCEPTO	MONTO
Estudios preliminares y anteproyecto	\$272, 500.00
Proyectos: Arquitectónico De Ingeniería estructural Constructivo De Instalaciones (incluye acondicionamiento climático, seguridad, equipo contra incendios, voz y datos, hidrosanitario) Obras exteriores	\$1, 642, 263.00
Estudios de ingeniería de costos Permisos y autorizaciones	\$112, 700.00
Inicio de obra (estimado)	\$8.3 millones

Todos estos costos serán cubiertos por el Fondo Mixto.

En materia de recursos humanos, la realización del proyecto estima la incorporación de 1 técnico académico, 1 vigilante, 1 intendente. Sin embargo, de acuerdo a la calendarización del proyecto, durante el ejercicio del 2014 se considera únicamente la incorporación del técnico académico con cargo al CIMAT y un costo de \$250, 000.00 pesos, por los cuatro meses de duración de la primera etapa y dos de la segunda.

Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría (LEMME)

Investigadores participantes: Graciela González Farías, Daniel Hernández Hernández, Luis Hernández Lamonedá, Francisco Sánchez Sánchez, Ekaterina Todorova Kolkovska

Misión: Generar y transferir conocimiento estadístico y matemático para modelar la realidad económica.

Visión: Ser una institución líder para América Latina en cuanto a la modelación estocástica y matemática de fenómenos económicos.

Objetivo: Conjuntar experiencia y facilitar la creación de conocimiento para la implementación y desarrollo de la teoría y de los modelos matemáticos y estocásticos aplicados a la economía.

1.- Introducción

La articulación de una narrativa consistente sobre la situación económica actual de un país y la posibilidad de pronosticar su situación futura han sido elementos sustanciales en la consolidación del Estado y del gobierno tal como los conocemos hoy día. Desde los siglos XVII y XVIII, el gobierno como institución pública ha reconocido la necesidad de fundamentar sus decisiones locales y globales en métodos confiables, repetibles y de fácil transmisión. Estos primeros pasos en la búsqueda de una maquinaria robusta para la decisión gubernamental promovieron una acumulación –sin precedentes– de datos referentes al Estado y a su economía y con ello impulsaron el estudio de procedimientos metodológicos para que toda esta información, que de otra forma sería sólo una masa extremadamente confusa de datos, pudiera ser utilizada con el fin de promover el Estado en su función de órgano público. México, por supuesto, forma parte de este movimiento que se refleja en todos los agentes económicos involucrados: industria, banca, sector público, educación, familias, etc., por lo que resulta fundamental apoyar el desarrollo de habilidades para diseñar respuestas sensatas ante los cientos de interrelaciones complejas que se entretajan en donde nos desarrollamos. La economía matemática, la econometría, las finanzas y el riesgo son algunas de las ramas de la modelación matemática que nos brindan opciones para crear estrategias inteligentes.

2.- Antecedentes

La labor de vinculación que ha desarrollado el CIMAT, en el sentido más ampliado de la palabra, ha generado diversas sinergias con los sectores científico y productivo tanto público como privado, que aunado a la evolución de la ciencia, han permitido que exista un desarrollo tangente en el rubro de la modelación económica y financiera, como una respuesta a las necesidades del mercado nacional e internacional. La globalización y los grandes cambios económicos a nivel mundial demandan modelos que sean capaces de explicar su complejidad y reflejar los escenarios más realistas posibles.

La modelación matemática y econométrica ha sido uno de los ejes fundamentales del Centro que junto con las matemáticas, la estadística y la teoría económica en un plano multidisciplinario e integral, brindan las herramientas para generar respuestas específicas en lo que respecta a modelos de pronóstico, análisis de elasticidades, indicadores de mercado, representaciones latentes, modelos insumo-producto estocásticos, finanzas, teoría de juegos, investigación de operaciones, optimización y riesgos, entre muchos otros.

3.- Actividades en el LEMME

De esta manera, el **Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica: Finanzas, Riesgo y Econometría (LEMME)** pretende conjuntar la experiencia generada en CIMAT y concretarla en lo que ha sido una respuesta natural del mercado y en la necesidad académica que tiene por esencia el Centro, con el firme propósito de ser líderes en modelación económica e incidir en los tres ejes fundamentales: formar recursos humanos de alto nivel, generar investigación y establecer los conductos necesarios para desarrollar una transferencia del conocimiento útil para la sociedad.

Como parte de este laboratorio, se integrarían los grupos de Economía Matemática, Econometría, Finanzas y Riesgo. El grupo de Economía Matemática ha mantenido un trabajo continuo fortalecido con el Seminario de Teoría de Juegos construyendo una excelente vía de transferencia de conocimiento a través de la cual se ha generado una gran cantidad de tesis y publicaciones. El grupo de Econometría ha desarrollado algunos instrumentos de pronóstico que se publican regularmente en la página de CIMAT, y ha participado en diversas convocatorias como FOMIX-NL en Modelos Predictivos para una Economía basada en el Conocimiento. Se tienen diversas experiencias en la transferencia de conocimiento a instituciones públicas y privadas lo que además recursos económicos a CIMAT. El grupo de Finanzas y Riesgo ha desarrollado seminarios interinstitucionales con gran éxito.

Cabe señalar que todos los grupos han generado una diversidad de artículos de investigación que sustentan su labor. Además de que han colaborado en la formación de recursos humanos tanto de licenciatura, como de maestría y doctorado. Han participado en diversas convocatorias, siendo la más frecuente la de Ciencia Básica dada la vocación de investigación del Centro, incluso contribuyen fuertemente en las Redes Temáticas del CONACYT.

El trabajo en LEMME involucra a las tres áreas sustantivas del CIMAT resaltando por sus contribuciones en investigación las de Matemáticas Básicas y Probabilidad y Estadística.

Justificación: En la actualidad, las ciencias económicas requieren de forma intensiva del análisis cuantitativo. En este sentido, el desarrollo de nuevo conocimiento, así como el aprovechamiento del ya existente depende de forma directa de la capacidad de

comprender y crear modelos matemáticos complejos. En el CIMAT se han desarrollado en forma paralela distintas interacciones con la Economía, entre las que destacan la creación y uso de modelos econométricos aplicados a series de tiempo, microeconometría, modelos de teoría de juegos y creación de modelos en el área de finanzas y riesgo. En aras de consolidar esta labor al interior del Centro es que se hace fundamental la creación del Laboratorio y, de esta manera, poder apuntalar al CIMAT como institución líder en Economía Matemática al conjuntar la experiencia y el conocimiento existente en distintas áreas del Centro; gracias a ello se tendrá la capacidad de incursionar de forma integral en los temas de Economía más importantes, reforzando los lazos ya existentes con Departamentos de Economía, nacionales e internacionales y fortaleciéndolos a través de distintos intercambios académicos.

En su ya conocido interés porque las acciones de vinculación repercutan positivamente en el ambiente social, CIMAT se propone a través de su Laboratorio de Economía Matemática y Modelación Estocástica contribuir comprometidamente en la solución de problemas actuales y relevantes para la sociedad.

Actividades relacionadas con la formación de recursos humanos

- Realizar estancias de investigación con las instituciones con las que se colabora, con el objetivo de intercambiar experiencias, incrementar las capacidades que demanda la sociedad y generar investigación de calidad, fortaleciendo los lazos académicos del Centro.
- Incorporar postdoctorandos en el área afín.
- Generar una línea de investigación en el programa de Maestría-Doctorado del Centro referente a la modelación econométrica y financiera que se refleje en más tesis relacionadas con estas temáticas.
- Realizar veranos de investigación en econometría y finanzas para estudiantes de licenciatura de todas las universidades del país.
- Continuar con los seminarios interinstitucionales.

4.- Líneas de Investigación:

1. Economía Matemática.

Esta línea se enfoca principalmente en la Teoría de Juegos, donde juego es cualquier situación de conflicto en el que intervienen varios agentes –los jugadores–, cuyas acciones o conductas tienen influencia sobre el desenlace del conflicto. Cada posible desenlace afecta en formas distintas a estos jugadores. Se supone que los jugadores actúan "racionalmente", esto es, buscando siempre su beneficio particular. En teoría de juegos se da, tradicionalmente, una división entre los juegos cooperativos y los no cooperativos. En un juego no cooperativo no se permite la alianza entre jugadores, cada jugador actúa en forma individual (por ejemplo, en la lucha por un mercado entre varias firmas comerciales). En los juegos cooperativos la característica más importante es la

negociación: cada jugador busca formar coaliciones y convenios lo más favorables posible. Un ejemplo común es la distribución del costo de un servicio para el conjunto de agentes. En estos juegos la teoría trata principalmente de estudiar cuáles serían las mejores bases para que los jugadores se sientan motivados a cooperar. La teoría de juegos cooperativos busca que, mediante propiedades naturales y deseables, una solución se determine –de manera única– para todo un conjunto de problemas similares.

La palabra clave en los juegos no cooperativos es estrategia, mientras que en los juegos cooperativos es coalición. El desarrollo de la teoría de juegos moderna ha llevado a una clasificación más fina. Sobresalen recientemente en la literatura: el diseño de mecanismos, la teoría de la negociación y la teoría del conflicto.

Las áreas de investigación de este grupo se pueden dividir en cinco grandes temas:

- **Diseño de Mecanismos.** Se aboca a construir un marco de acción que junto con sus reglas fomente (casi haga inevitable) la cooperación de los agentes involucrados en el proyecto. Supongamos que se quiere realizar un proyecto con la participación de agentes económicos de una comunidad, por ejemplo, la construcción de una escuela o la reglamentación de la pesca en un embalse. Algunas de las características que se buscan para dichos mecanismos son: que la cooperación sea voluntaria, que los agentes aporten los recursos necesarios para la consecución del proyecto y que no se pueda obtener provecho al falsear información. Los fundamentos de esta área los establecieron Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin, Roger B. Myerson y en 2007 les fue otorgado el Premio Nobel de Economía.
- **Juegos Cooperativos.** La cooperación entre agentes económicos genera riqueza y/o reduce costos. Uno de los principales obstáculos para que la cooperación entre agentes se lleve a cabo es tener reglas “justas” de cómo redistribuir estos excedentes. Por ejemplo, ¿cómo distribuir los costos al introducir el servicio de energía eléctrica, drenaje, riego, televisión por cable a un conjunto de viviendas? La regla que se utilice dependerá, desde luego, de la situación que se considere. Para este tipo de problemas o situaciones, la teoría de juegos contempla una gama muy amplia de recursos para su modelación.

En 2012, Lloyd S. Shapley fue galardonado con el Premio Nobel de Economía entre otras cosas, por proponer la regla más utilizada en este tipo de situaciones: el famoso Valor de Shapley.

- **Matching.** La teoría de “Matching” se encarga de establecer reglas para realizar asignaciones entre agentes económicos solicitando ciertas propiedades deseables. Cuando estas técnicas se utilizan, por ejemplo, para asignar casas a compradores, en forma planificada, se logra eficiente el mercado. Otros ejemplos son la asignación de alumnos a escuelas, médicos a centros de salud, trabajadores a centros de manufactura.

Alvin E. Roth y Lloyd S. Shapley, recibieron el Premio Nobel de Economía en 2012, con lo que les fue reconocido su trabajo en asignaciones estables.

- Juegos No Cooperativos. Desde hace muchos años se ha reconocido que los juegos no cooperativos modelan adecuadamente situaciones en economía donde cada agente actúa de manera individual y buscando satisfacer sus propios intereses.

En el año 1994, se les otorgó el Premio Nobel de Economía a John C. Harsanyi, John F. Nash Jr. y Reinhard Selten por sus conceptos de solución para este tipo de juegos.

- Negociación. La teoría de negociación estudia las siguientes situaciones especiales. Por un lado, los agentes participantes desean alcanzar un acuerdo y sin embargo, el acuerdo al que cada uno quiere llegar puede ser muy diferente; a veces, diametralmente opuesto. La teoría de negociación como es de imaginarse, aparece con frecuencia en muchos ámbitos de la economía: desde la compra-venta de artículos, hasta los acuerdos entre las naciones.

Robert J. Aumann y Thomas C. Schelling recibieron en el 2005 el Premio Nobel de Economía por sus aportaciones al estudio de situaciones de conflicto y cooperación a través de la teoría de juegos.

2. Econometría.

La Econometría, como disciplina matemática, estadística y económica nace precisamente como este punto de encuentro entre la teoría económica clásica, los métodos matemáticos (en general) y la estadística matemática. Su relevancia en el contexto de la investigación económica y matemática ha crecido inmensamente con el paso del tiempo. El primer Premio Nobel por sus estudios en Econometría fue Ragnar Frisch en 1969. Le han seguido Lawrence Klein en 1980, Trygve Haavelmo en 1989, James Heckman y Daniel McFadden en 2000 y Robert Engle y Clive Granger en 2003. La razón fundamental para este evidente fortalecimiento de la disciplina es que ha posibilitado la predicción confiable de los indicadores económicos clásicos como el Producto Interno Bruto, la tasa de inflación, etc.

Sin embargo, la tarea de la Econometría está muy lejos de estar terminada y la creciente complejidad de los sistemas económicos y financieros ofrece un terreno muy fértil para la investigación. Es evidente que los productos de esta investigación tienen como uno de sus campos de interés la promoción de una gestión de los recursos públicos que solvente eficientemente las demandas y necesidades de la sociedad mexicana.

Un entendimiento profundo de las relaciones cuantitativas en la vida económica moderna sólo puede lograrse si esgrimimos simultáneamente la teorización económica cualitativa y la aproximación empírico-cuantitativa a los problemas presentes, permeada con el rigor y

el construccionismo matemático. La modelación econométrica pretende colaborar en este entendimiento de dos formas: en primer lugar, perfeccionando los dispositivos estadísticos y refinando las definiciones clásicas para penetrar en los puntos clave de la teoría económica como son las nociones de impacto económico, causalidad, efecto persistente, tendencia, etc; en segundo lugar, calibrando de formas cada vez más precisas los dispositivos de predicción para agregados económicos decisivos. Algunos temas relevantes que se abordarán en este sentido son:

- Elaboración de contrastes estadísticos para detectar eficientemente relaciones de largo plazo o equilibrio en sistemas económicos complejos.
- Diseño de modelos predictivos de máxima precisión para agregados económicos.
- Producción de medidas de persistencia y evaluación de sus impactos en la modelación económica.

La flexibilidad de los modelos econométricos es una de sus características más conocidas. De hecho, el premio Nobel de Economía del año 2000 se dio James Heckman y Daniel McFadden, estudiosos de las ciencias de la conducta cuya contribución al área estuvo basada en la modelación econométrica. Esto representa una ventaja para el Laboratorio como grupo y para CIMAT como institución pues los productos de la investigación econométrica son aplicables a diversas áreas fortaleciéndose así la actividad de vinculación. Finalmente, cabe mencionar que la implementación computacional de los hallazgos en esta área suele ser un proceso rápido y eficiente de forma que al tiempo que se generarán soluciones factibles para problemas socialmente relevantes, se generarán también recursos de cómputo científico para que el o los sectores interesados puedan implementarlas a la brevedad.

Tenemos así la capacidad instalada para dar una respuesta sólida cuando se trata casi cualquier tema econométrico: la comprensión del ciclo económico, la proyección de variables clave para la realización de negocios (tipo de cambio, inflación, producto, PIB), la identificación de características importantes en la generación de beneficios, modelos predictivos para una asertiva toma de decisiones, selección de variables claves en fenómenos económicos, entre muchas otras, experiencia que nos interesa capitalizar para tener un mayor impacto en la solución de problemas nacionales.

3. Finanzas.

La investigación en matemáticas financieras es un campo muy activo, una de sus particularidades es la gran cantidad de intersecciones que tiene con otras ramas de las matemáticas, como Análisis Convexo y Funcional, Ecuaciones Diferenciales Parciales, Probabilidad y Métodos Numéricos. Es también destacable que las crisis financieras del 2008 y del 2011 hayan puesto sobre relieve la importancia de una regulación correcta por parte de las instancias correspondientes, lo que implica crear modelos matemáticos más precisos que puedan ser utilizados por las entidades financieras y gubernamentales para tomar decisiones. Tal como lo ha señalado Paul Krugman, premio Nobel de Economía 2008.

Dentro de la industria financiera un aspecto fundamental se refiere a la regulación, y el establecimiento de los límites de riesgo que las carteras estructuradas están obligadas a satisfacer. En este sentido, el área de investigación en finanzas puede contribuir encontrando portafolios óptimos de inversión con restricciones en el nivel de riesgo en mercados con volatilidad estocástica y en la valuación robusta de derivados en mercados incompletos.

4. Riesgo.

La modelación matemática del capital de una compañía de seguros se inició en 1930 con el trabajo del actuario sueco Filip Lundberg, quien definió como una de las características más importantes para estudiar la probabilidad de ruina. Su trabajo fue retomado más adelante por el estadístico Harald Cramer. El modelo clásico de proceso de riesgo que ellos definieron y estudiaron fue considerado el pilar de todos los estudios posteriores en el área por lo cual fue llamado posteriormente el proceso clásico de riesgo. Actualmente una de las líneas de investigación en los que se trabaja en CIMAT es la de modelación de procesos de riesgo más generales, como los perturbados por difusiones o por procesos con saltos generales, donde se tienen en cuenta las condiciones más reales que se tienen actualmente en el mercado, es decir las variaciones en las primas de seguro, los reclamos, las tasas de interés que no se tomaban en cuenta en el estudio del proceso clásico de Cramer-Lundberg.

Otra área de investigación en este campo en CIMAT es el estudio de medidas de riesgo más generales que la probabilidad de ruina, como las funciones de Gerber-Shiu, en la cual se estudian conjuntamente con la probabilidad de ruina el tiempo de ruina, el déficit al tiempo de ruina, el capital antes de la ruina, actualizados con tasas de interés al nivel presente. La investigación en esta área ha sido central en todas las publicaciones desde 1990.

5.- Instituciones colaboradoras

- Departamentos de Economía y de Estadística de la U. Carlos III Madrid, España
- Departamentos de Matemáticas y de Economía de la Universidad de Guanajuato
- Red de MMC – CONACYT
- Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad de Medellín, Colombia
- Facultad de Matemáticas de la Universidad de Yucatán
- Departamento de Economía de la UASLP
- Departamento de Matemáticas de la Universidad de Aguascalientes.

6.- Sobre el personal participante

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

González Farías, Graciela Ma. de los Dolores, Investigador Titular "C", SNI: Nivel III, Doctorado, Universidad Estatal de Carolina del Norte, ESTADOS UNIDOS (1992). Áreas de Interés: Inferencia y Modelación Estadística, con énfasis en Análisis Multivariado, Series de Tiempo y Estadística Espacial.

Hernández Hernández, Daniel, Investigador Titular "C", SNI: Nivel III, Doctorado, CINVESTAV, MÉXICO (1993). Áreas de Interés: Control estocástico, modelos matemáticos en finanzas, ecuaciones diferenciales parciales, desviaciones.

Todorova Kolkovska, Ekaterina, Investigador Titular "A", SNI: Nivel II, Doctorado, CINVESTAV, MÉXICO (1997). Áreas de Interés: Tiempos Locales y de Autointersección, Ecuaciones Diferenciales Estocásticas, Teoría de Riesgo y Finanzas.

MATEMÁTICAS BÁSICAS

Hernández Lamonedá Luis, Investigador Titular "C", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad de Utah, ESTADOS UNIDOS (1989). Áreas de Interés: Geometría Riemanniana, Análisis Geométrico.

Sánchez Sánchez Francisco, Investigador Titular "A", SNI: Nivel I, Doctorado, CIMAT, MÉXICO (2000). Áreas de Interés: Teoría de Juegos, Optimización.

Laboratorio Multidisciplinario de Modelación Matemática, “LM3”

Investigadores Participantes: Salvador Botello, Marcos Capistrán, Andrés Christen, Ernesto Estrada, Arturo Hernández, Miguel Ángel Moreles, Mariano Rivera, José Antonio de la Peña y Jorge X Velasco.

Visión: Ser un referente para la investigación en aplicaciones de matemáticas en Latino América y el Caribe.

Misión: Desarrollar investigación multidisciplinaria en matemáticas para la ciencia y la tecnología.

Objetivos:

- Abordar problemas de investigación de modo colaborativo con especialistas del área de aplicación.
- Formar recursos humanos de alto nivel que cuenten con la habilidad de trabajar en grupos de investigación multidisciplinarios, en la solución de problemas científicos y tecnológicos de gran impacto a nivel nacional e internacional.

1. Introducción

El desarrollo de la aplicación de métodos matemáticos para la modelación en ciencia y tecnología es una actividad de creciente importancia. En la actualidad estos métodos complementados con simulación numérica hacen posible el estudio de sistemas complejos y fenómenos naturales que serían muy caros, peligrosos, e inclusive imposibles de estudiar por experimentación directa. Para lograr más detalle y realismo en estas simulaciones se requiere de una gran capacidad computacional y técnicas de supercómputo. En la actualidad existe una gran cantidad de información y datos sin precedente que deben ser parte integral de la modelación matemática. En consecuencia, la modelación debe incluir los principios físicos necesarios, la teoría relevante y leyes puestas en la perspectiva matemática requerida y a su vez la adquisición y análisis de datos (diseño de experimentos, manejo computacional de gran cantidad de datos, etc.), así como el correspondiente análisis Estadístico, en un contexto de correcta cuantificación de incertidumbre. Por tanto es esencial generar y consolidar un grupo multidisciplinario de investigación, comprometido en proyectos a largo plazo asociados a la investigación básica orientada y al desarrollo tecnológico nacionales. Esta estrategia es ya una práctica en centros líderes en investigación aplicada, la mayoría localizados principalmente en países desarrollados. La lista es extensa, dos de ellos son el “Statistical and Applied Mathematical Sciences Institute” (SAMSI, <http://www.samsi.info>), y el “Otago Computational Modelling Group.” (OCMO, <http://www.ocmo.co.nz/>). El LM3 pretende incorporarse a este conjunto de centros de una manera comprometida y planificada.

En Latinoamérica el desarrollo de grupos multidisciplinarios de investigación es incipiente, una excepción es el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM. El C3 se presenta

como “un espacio diseñado para enfrentar problemas científicos de frontera y de carácter interdisciplinario, que tienen una gran importancia social y económica.” El énfasis es en el desarrollo de la ciencia básica o pura con referencias indirectas al desarrollo tecnológico.

Proponemos al LM3 en el ámbito de la investigación básica orientada y el desarrollo tecnológico. Nuestra estrategia para hacer modelación es gobernada por datos duros y busca aportar soluciones también con el enfoque de la ingeniería. En base a técnicas modernas de cómputo y estadística se propondrán modelos que ayuden en el entendimiento de los mecanismos físicos asociados. Como líneas iniciales de investigación se proponen Salud, Energía, Recursos y Riesgos Naturales.

2. Antecedentes

Existe un trabajo colaborativo entre algunos de los proponentes desde hace varios años. Varios proyectos con amplio espectro de instituciones asociadas y montos significativos aprobados (proyectos SENER-CONACYT y otros), escuelas de modelación y seminarios institucionales, así como varios proyectos de vinculación. El laboratorio vendrá a consolidar al grupo de trabajo que ya existe y que ha participado en las actividades antes señaladas. Además, permitirá un crecimiento sólido del grupo de investigación incorporando personal académico compartiendo Misión/Visión y Objetivos. Será la base de colaboración multidisciplinaria con otros centros a nivel nacional e internacional.

Centrarse en la investigación básica orientada y en el desarrollo tecnológico, ejecutados a través de colaboraciones multidisciplinarias y multiinstitucionales, en las áreas de matemáticas, estadística y computación convierte al LM3 en una de las pocas instituciones nacionales que tenga la capacidad de desarrollar proyectos con alto contenido científico y tecnológico de gran impacto y relevancia social. Los investigadores que conforman la base inicial sobre la que el LM3 será constituido han tenido ya experiencia en el ámbito del Laboratorio. Algunas de las instituciones y centros de investigación con las que se ha colaborado son:

- Secretaria de Salud Federal, Secretarías de Salud de Guanajuato y San Luis Potosí.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)
- Instituto Nacional de Neurobiología UNAM
- Centro de Ciencias Genómicas, UNAM (CCG).
- Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO)
- Instituto Mexicano del Petróleo
- PEMEX

En el aspecto mas técnico se ha colaborado con instituciones tales como:

- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)
- Department of Mathematics and Statistics University of Strathclyde
- NIMBiOS, Knoxville
- MBI, Ohio
- National Science Foundation

El LM3 potenciará las colaboraciones en curso.

Con el fin de documentar el trabajo que ha motivado en parte esta solicitud, listamos en el Anexo I algunos proyectos de investigación básica orientada, así como de desarrollo tecnológico, que han sido desarrollados por los proponentes. Incluimos también publicaciones relacionadas.

3. Actividades en el LM3

El elemento integrador es la filosofía de trabajo multidisciplinario para la solución de problemas de impacto y relevancia social. Describimos las actividades a continuación:

3.1 Investigación

Es claro que existen innumerables temas de investigación con gran trascendencia. Nuestro esfuerzo estará centrado inicialmente en tres líneas de investigación: Salud, Energía, Recursos y Riesgos Naturales.

- **Salud.** En Salud proponemos abordar en particular una cartera de problemas con un trasfondo biológico y de interés nacional, e.g., diabetes, epidemiología, obesidad y procesamiento de imágenes médicas. En cada caso, debemos definir y entender los fundamentos biológicos del problema en cuestión mediante el fomento de un canal de comunicación con los profesionales de la salud. Estos esfuerzos resultan generalmente en la traducción de una serie de hipótesis biológicas en modelos matemáticos y estadísticos que eventualmente habremos de confrontar con datos. El análisis cualitativo y cuantitativo de los modelos permite diseñar experimentos para generar nuevos datos, y como consecuencia directa permite reformular los modelos para aumentar su capacidad predictiva. Este enfoque de desarrollo de modelos gobernado por datos es primordial.
- **Energía.** Inicialmente abordaremos temas de investigación asociados a energía por hidrocarburos. En particular proyectos sobre caracterización y simulación de medios porosos altamente heterogéneos. Específicamente, estudiaremos el caso de los yacimientos naturalmente fracturados, el tipo de yacimientos en México. También es de interés en el mediano y largo plazo, aportar conocimiento desde la modelación matemática para el desarrollo de energías limpias. En CIMAT hemos iniciado un programa de investigación en simulación de partículas, en los enfoques dinámico y cuántico. En este contexto una motivación es el diseño de nuevos materiales para uso en tecnologías limpias.
- **Recursos y riesgos naturales.** El propósito es mejorar el manejo de recursos y riesgos

naturales. Con el uso de técnicas modernas de cómputo y estadística, se generaran modelos que ayuden en el entendimiento de los mecanismos físicos y riesgos naturales. El agua es un recurso que requiere atención desde todos los ámbitos. Desde el punto de vista de la modelación, se requieren desarrollar técnicas de caracterización de sistemas hidrológicos, algoritmos de optimización del uso de agua, coadyuvando al mejor manejo y gestión. El procesamiento de imágenes aplicado al mejoramiento de resolución de imágenes satelitales permitirá la detección de cambios en suelo como inundaciones o erosiones de playas. El procesamiento y análisis de imágenes es una técnica de constante utilización en el centro y es un área de investigación consolidada en el CIMAT.

En el Laboratorio tendremos proyectos rectores de acuerdo a su impacto e importancia a nivel nacional o internacional por cada línea de investigación del proyecto LM3. Por consiguiente y en base a la experiencia de los proponentes, dichos proyectos de las líneas iniciales, mencionadas en el párrafo anterior, serían los siguientes:

- **Análisis Epidemiológico:** Las epidemias de enfermedades infecciosas como dengue e influenza entre otras, permanecen como una causa importante de mortalidad y morbilidad entre grupos de riesgo. En México existe una cultura establecida de vigilancia epidemiológica entre las autoridades de salud, sin embargo, hace falta incorporar análisis de escenarios de intervención basado en modelación matemática, estadística y computacional para asistir la toma de decisiones. El objetivo de este proyecto es generar herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales para apoyar la toma de decisiones de la vigilancia epidemiológica y el análisis de escenarios de intervención, en particular durante la vacunación y cuarentena, ante el surgimiento de brotes epidemiológicos de enfermedades infecciosas. Esto permitirá, como ya sucede en países desarrollados, implementar estrategias de intervención temprana y más efectiva.
- **Caracterización dinámica de yacimientos para la optimización de producción en pozos:** Desarrollar herramientas analíticas que permitan una adecuada caracterización de yacimientos naturalmente fracturados y arenos arcillosos, particularmente en las áreas de pruebas de presión, análisis de datos de producción y procesamiento de imágenes sísmicas y petrofísicas. La necesidad se encuentra precisamente ligada a la existencia de comportamientos dinámicos que no pueden ser explicados adecuadamente por las metodologías usuales lo que repercute en la no optimización de la producción de los pozos. El desarrollo de metodologías que coadyuven a la satisfacción de esta necesidad requiere de dos elementos fundamentales: i) el desarrollo de modelos nuevos o modificados adecuados a las situaciones particulares en campos de interés; ii) el desarrollo de las metodologías de estimación de parámetros eficientes y robustas correspondientes.
- **Análisis de Imágenes satelitales:** Las imágenes de satélite o aéreas son una rica fuente de información para análisis de cambios de suelo como lo son el resultado de: erosiones, derrames petroleros, inundaciones, desertificación, tala de bosques, crecimiento de manchas urbanas, cambio de vegetación, etc. También permiten estimar orografía de la superficie de la tierra (información de altura), inundaciones y estimación de zonas de riesgo (cañadas, cuencas, valles). El propósito del proyecto es aplicar y realizar investigación en procesamiento

de imágenes para desarrollar modelos computacionales de situaciones de riesgos naturales. En particular estos modelos permitirán análisis de escenarios, y en consecuencia serán una herramienta en la toma de decisiones.

En el Anexo II, se presenta una lista de trabajos realizados por los proponentes relacionados a estos temas. Se complementa la información con algunos proyectos en desarrollo, así como temas de interés en el Anexo III.

3.2 Intercambio Académico

La investigación multidisciplinaria requiere de un intercambio ágil y profundo de ideas de las diferentes áreas participantes. La problemática para abordarla requiere de interacción con especialistas de diversas áreas. El LM3 será un lugar donde tales especialistas puedan realizar estancias tanto de corto como de largo plazo. El LM3 será sede de talleres de investigación donde se trabaje en la formulación, solución y análisis de los temas de estudio multidisciplinario.

3.3. Generación de Recursos Humanos

Como parte integral, el LM3 incluirá la formación de recursos humanos de alto nivel como parte de su filosofía de investigación. En los diferentes niveles:

- Formar postdoctorantes de diversas áreas en el trabajo multidisciplinario, ofreciéndoles la oportunidad de diversificar su preparación durante el doctorado, que tradicionalmente es muy especializada.
- Formar doctores, involucrados en un ambiente y programas de investigación multidisciplinarios.
- Establecer un programa de estancias de investigación para sabáticos, visitantes en estancias cortas y doctorandos invitados por algún periodo de su investigación.
- Docencia a nivel maestría: Ofrecer bloques de materias y áreas terminales en algunas de las maestrías del CIMAT.

3.4 Difusión

Se organizarán regularmente seminarios, escuelas, talleres, congresos, etc. Con el fin de exponer a la comunidad académica a los diversos problemas de estudio, así como atraer nuevos participantes al trabajo de investigación multidisciplinaria.

Algunas actividades que se realizan ya de manera periódica en CIMAT, y que de manera natural formarán parte de LM3 son los Seminarios de Ecuaciones Diferenciales Parciales y Análisis Numérico (EDPNUM), y el Seminario Interinstitucional de Estadística y Problemas Inversos. También formará parte la Escuela de Modelación y Métodos Numéricos, la cual se ha organizado por varios años.

Algunos eventos a realizarse organizados por algunos de los investigadores proponentes son:

- Escuela de Modelación y Métodos Numéricos VII: Dinámica Molecular y Mecánica Cuántica. Nanociencia y Nanotecnología. 26 al 28 de Junio 2013.
- International Workshop on Statistical and Computational Methods for Inverse Problems arising in (O, P or S) Differential Equations, del 1 al 3 de Agosto.
- Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology 2013, del 28 de octubre al 1 de noviembre, Taller de Procesamiento de Imágenes 2013
- International Society for Bayesian Analysis World Meeting, del 14 al 18 de Julio 2014, Cancún.

La difusión escrita será parte de las actividades del LM3 también en diferentes niveles. Notas de cursos, monografías de investigación, etc. Cabe notar que de la Escuela de Modelación y Métodos Numéricos se elabora un libro con los contenidos, al presente esta en proceso el número 6 de la serie. Un propósito del LM3 es construir de las monografías de investigación, la base para la publicación y edición de una revista internacional arbitrada.

4.- Proyectos y Líneas de Investigación en Desarrollo

Imágenes Médicas y Conectividad Cerebral

Mariano Rivera

Resumen: Se ha trabajado en el análisis de imágenes médicas por varios años. Se han desarrollado algoritmos para segmentar órganos en tomografías computarizadas, clasificar tejido cerebral (materia gris, materia blanca y líquido cefalorraquídeo) en resonancias magnéticas, medición del lumen (cavidad) de arterias, entre otros. Para realizar nuestra investigación hemos colaborado con investigadores de instituciones nacionales e internacionales; por mencionar algunas: Universidad de Pensilvania, Universidad de Houston, Universidad de Florida, Universidad Estatal de Florida, Centro de Neurobiología de la UNAM, Centro de Neurociencias de la Habana y Facultad de Medicina de la UANL.

En años recientes ha surgido un gran interés por el estudio del cerebro humano: funciones, anatomía, estructura, enfermedades, desarrollo, etc. Por su analogía con la secuenciación del Genoma humano, en cuanto a reto científico e implicaciones, a la investigación cuyo propósito es estimar la estructura funcional y anatómica del cerebro se la ha denominado Proyecto del Conectoma Humano. En este reto científico nos hemos involucrado y parte de nuestra investigación se encamina a estimar y analizar la conectividad anatómica. Los datos para nuestra investigación son Imágenes de Resonancia magnética Pasadas por Difusión (DW-MRI, por sus siglas en inglés). Realizamos investigación encaminada a estimar la estructura local (orientación de los haces de axones, detectar de fibras de axones, estimar conectividad entre regiones y analizar redes de comunicación entre regiones del cerebro).

Imágenes Satelitales

Mariano Rivera

Resumen: Las imágenes de satélite (como las del sensor MODIS[i1] o VIIRS) proveen una rica y continua fuente de información. El contar con imágenes de alta resolución además proporciona una mejor información para la toma de decisiones. Sin embargo, un problema en estas imágenes es que la información de las bandas es de distintas resoluciones; por ejemplo, en el caso de la modalidad MODIS, la de más alta resolución son las B1 y B2 donde cada pixel corresponde a una superficie de 250x250m., de modo que estamos trabajando con la CONABIO para implementar un método para estimar imágenes de alta resolución de las bandas de baja resolución (bandas B3-B7 para MODIS) así como llenado de huecos (errores de captura). La propuesta pretende mejorar el método reportado y adaptarlo a las necesidades de la CONABIO. Además se pretende con este proyecto iniciar una colaboración científica/tecnológica productiva tanto para la CONABIO como para el CIMAT. El CIMAT pretende iniciar un laboratorio de imagenología que permita resolver problemas que sean definidos en conjunto con la CONABIO. Este laboratorio permitirá entrenar a personal (mediante tesis y estancias posdoctorales) sobre temas de sensores remotos, procesamiento de imágenes de grandes dimensiones, análisis de dato biométricos que sean de interés para el país (CONABIO, INEGI, CONAFOR, RFE, etc.).

Flujo radial en medios fractales

Miguel Ángel Moreles, Joaquín Peña, Salvador Botello, Renato Iturriaga

Resumen: La modelación de flujo en yacimientos naturalmente fracturados (NFR por sus siglas en ingles) es un tópico de gran interés. Un NFR es un medio poroso altamente heterogéneo, su estudio es en general con métodos euclidianos. Con estos métodos se supone implícitamente una distribución uniforme de fracturas interconectadas. Existen datos experimentales donde la modelación euclidiana no es suficiente para describir el comportamiento anómalo que se observa en algunos NFR. Una alternativa es considerar el medio como un conjunto fractal, esto es un conjunto con dimensión de Hausdorff no entera. Para algunos autores la heterogeneidad se manifiesta en el transporte de fluido en un sistema con efectos no locales y con memoria, lo cual lleva de manera natural a modelar con operadores diferenciales fraccionarios. Aparecen por ejemplo en leyes de Darcy generalizadas para capturar estos efectos en la ecuación de continuidad. En cierto sentido el problema principal es modelar la propiedad no darciana del flujo. El efecto es más notorio alrededor de pozos, debido a las altas velocidades cuando la tasa de bombeo es relativamente alta. Postulamos que este es el caso en NFR, o más generalmente en medios altamente heterogéneos. En consecuencia, el propósito de la investigación es modelar flujo en este caso. En términos de la literatura, la investigación es sobre la modelación de difusión en fractales o difusión anómala.

FEMT, Open source tools for solving large systems of equations in parallel

Miguel José Vargas, Salvador Botello

Resumen: Solución de ecuaciones diferenciales parciales en régimen estático o dinámico en mecánica de sólidos, fluidos en medios porosos y en problemas térmicos utilizando las técnicas de elementos finitos, diferencias finitas y volumen finito. Solución a grandes sistemas

de ecuaciones. Se está trabajando en la solución de problemas no lineales.

Implementación en paralelo del método de Montecarlo para la simulación computacional de fluidos a nivel atómico

Salvador Botello

Resumen: El objetivo es modelar nuevos materiales basándose en las interacciones de las partículas que lo forman. Se realiza modelación a fin de extraer propiedades de comportamiento macroscópico, partiendo de la modelación numérica a nivel manométrico. Incluye estudios de estabilidad de los nuevos materiales y su modelación con fines de servicio.

Métodos Computacionales en Materiales, Estructura y Dinámica de Partículas

Miguel Ángel Moreles, Deepak Srivastava, Salvador Botello, Arturo Hernández

Resumen: La investigación se concentra en el desarrollo de métodos matemáticos y técnicas de simulación para diseño de nuevos materiales. La aplicación en dos líneas, la primera en tecnologías limpias; almacenamiento de energía (baterías), generación de energía (solar) y sustentabilidad ambiental (agua limpia y manejo de residuos). La otra línea está asociada a estructura de materiales bio-moleculares y dinámica para diseño de farmacéuticos. La base físico-matemática es la mecánica cuántica de estructura atómico-electrónica, así como la dinámica molecular.

Cuantificación de la Incertidumbre en Geociencias y Biociencias

Jorge Velasco

Resumen: Existen al menos dos rasgos generales de la ciencia moderna que requieren de métodos matemáticos y computacionales como parte intrínseca de sus metodologías. Nos centraremos por ahora en únicamente dos pero que son suficientemente generales como para cubrir varios otros aspectos relevantes. Primeramente, los sistemas que se estudian en geociencias y biociencias son de alta dimensión o de gran complejidad en términos de las relaciones que se establecen entre sus variables y el número de parámetros que determinan el comportamiento del sistema. Esto significa que, no obstante lo elaborado o completo que pueda ser un modelo, la estimación de los parámetros, el rango de valores de las variables involucradas o aún la pertinencia de contar con ciertos componentes dependen fuertemente de la cantidad de información con la que se cuenta la cual es, generalmente, incompleta y con alto nivel de incertidumbre.

En segundo lugar, los métodos tradicionales observacionales usados en todos los ámbitos de las geociencias y las biociencias han evolucionado en los últimos años hacia otros que permiten la obtención de resultados de manera rápida, casi inmediata y en grandes cantidades con la consecuente reducción en costos y tiempo pero con el incremento en la cantidad de información asociada a cada variable o parámetro medido. Esta información obliga al uso de computación de alto rendimiento tanto para el almacenamiento adecuado de la información como para su posterior análisis. Este hecho definitorio ya de la investigación en

bio y geociencias actuales requiere necesariamente de la incorporación de metodologías matemáticas idóneas para el análisis, síntesis y solución de las problemáticas que surgen en el estudio de fenómenos de ciencias de la tierra y biológicas.

El campo que actualmente se encuentra en desarrollo para enfrentar las complejidades expresadas arriba se denomina Cuantificación de Incertidumbre (Uncertainty Quantification). El objetivo final de este campo podríamos describirlo como el de lograr modelos precisos para poder predecir el comportamiento de sistemas complejos usando simulaciones computacionales.

Ese campo es multidisciplinario por naturaleza pues requiere de áreas clásicas de las matemáticas como ecuaciones diferenciales parciales, estadística, optimización sino además probabilidad, teoría de la medida, análisis bayesiano, análisis funcional, teoría de redes, entre otras.

Sobre redes complejas

José A. de la Peña

Resumen: El desarrollo de las capacidades informáticas a nivel global permite no sólo el conocimiento e intercambio de grandes cantidades de datos, sino el análisis de ellos por medio de programas de índole estadístico y metodologías matemáticas. El estudio matemático de las redes se origina en el trabajo de Paul Erdős, que entre otros conceptos, introduce las gráficas aleatorias y estudia el crecimiento exponencial. En años recientes, el estudio de redes complejas que simulan al mundo real ha tenido importantes avances. Así, por ejemplo Albert Barabási, junto a otros físicos, matemáticos e informáticos, como Steven Strogatz, Mark Newman o Duncan J. Watts, ha introducido el concepto de redes libres de escala, así como nociones importantes del crecimiento polinomial en redes informáticas y sociales. Actualmente el campo de la teoría de redes es multidisciplinario y combina ideas provenientes de las matemáticas, la física, la biología y las ciencias de la computación, entre otras disciplinas.

Las matemáticas involucradas en estos estudios son muy variadas, pero incluyen las matemáticas discretas (teoría de gráficas, algoritmos finitos...), las ciencias de la computación (desarrollo de códigos para los algoritmos, cálculo masivo...), probabilidad y estadística (gráficas y matrices aleatorias...) y el álgebra (teoría de matrices, teoría espectral de gráficas...). Las técnicas algebraicas conocidas como análisis espectral resultan del estudio de las matrices asociadas a las redes y sus valores y vectores propios. Han sido usadas en numerosos problemas teóricos, aplicaciones a otras ciencias, como en la teoría de Hückel en química, y aplicaciones prácticas, tal vez la más famosa para el diseño del algoritmo PageRank en que se basa el programa de Google.

Los participantes del proyecto hemos incursionado en diversos problemas relacionados con el análisis espectral de redes. En el estudio teórico de la estructura de moléculas químicas (de la Peña 2005, 2006, 2008), el estudio de la red anatómica del cerebro (Rivera 2007, 2009, 2010),

el estudio de la red de citas de los artículos científicos (de la Peña 2011).

5.- Sobre el personal participante

MATEMÁTICAS BÁSICAS

De la Peña Mena José Antonio, Director General, SNI: Nivel III, Doctorado, UNAM, MÉXICO (1983). Áreas de Interés: Álgebra y Combinatoria: Teoría de Representaciones de Álgebras, Álgebra Homológica y Teoría Espectral de Gráficas.

Capistrán Ocampo Marcos Aurelio, Investigador Titular "A", SNI: Nivel I, Doctorado, Instituto Courant, ESTADOS UNIDOS (2003). Áreas de Interés: Problemas inversos, análisis numérico.

Moreles Vázquez Miguel Ángel, Investigador Titular "B", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad de Minnesota, ESTADOS UNIDOS (1995). Áreas de Interés: Ecuaciones diferenciales parciales, análisis numérico, análisis funcional.

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Botello Rionda Salvador, Investigador Titular "C", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña, ESPAÑA (1993). Áreas de Interés: Elementos Finitos, Procesamiento de Imágenes, Optimización, Métodos Numéricos y Aplicaciones.

Hernández Aguirre Arturo, Investigador Titular "C", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad de Tulane, ESTADOS UNIDOS (2000). Áreas de Interés: Inteligencia Artificial, Computación Evolutiva.

Rivera Meraz Mariano José Juan, Investigador Titular "B", SNI: Nivel II, Doctorado, Centro de Investigación en Óptica A. C, MÉXICO (1997). Áreas de Interés: Visión Computacional, Procesamiento Digital de Imágenes.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Christen Gracia, José Andrés, Investigador Titular "C", SNI: Nivel II, Doctorado, Universidad de Nottingham, GRAN BRETAÑA (1994). Áreas de Interés: Estadística Aplicada, Inferencia Bayesiana.