



MÁS DE TRES DÉCADAS DE
APORTACIONES A LA CIENCIA
Y A LA SOCIEDAD

EDICIÓN Y PRODUCCIÓN:
Departamento de Comunicación

PRODUCCIÓN EDITORIAL:
Roberto Ulises Cruz Aguirre y Mtra.
Norma Herrera Hernández

ASISTENTE DE PRODUCCIÓN
Diana Flor Venegas Soto

APOYO EJECUTIVO
Abigail del Toro Espinoza

EDICIÓN:
Mtra. María Isabel Echevarría Román

Dr. Federico Graef Ziehl

Director General

Dr. Salomón Bartnicki García

Director de Biología Experimental y Aplicada

Dr. Enrique Gómez Treviño

Director de Ciencias de la Tierra

Dr. Horacio Soto Ortiz

Director de Física Aplicada

Dr. Óscar Sosa Nishizaki

Director de Oceanología

Dr. Raúl Castro Escamilla

Director de Estudios de Posgrado

Dr. Arturo Serrano Santoyo

Director de Innovación y Desarrollo

M. en C. Raúl Hazas Izquierdo

Director de Telemática

Roberto Ulises Cruz Aguirre

Jefe de Comunicación



2006 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
Km. 107, Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
Arcadio Poveda Ricalde	1
Federico Graef Ziehl	3
DESARROLLO	5
Aplicaciones	5
Vinculación	8
Productos y servicios	13
TEMAS PRIORITARIOS	15
Prevención de desastres: estudios de fenómenos naturales	15
Medio ambiente y conservación	18
Estudios del ambiente marino	22
Recursos no renovables y energía	25
APORTACIONES A LA CIENCIA	29
Investigaciones de frontera	29
Premios y distinciones a nuestros investigadores	35
FORMANDO GENTE	37
ACCIONES PARA LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA	41
NUESTRA INFRAESTRUCTURA	45
Recursos computacionales: un apoyo para la investigación	47
Convenios y colaboraciones académicas	50



PRESENTACIÓN

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada es, ciertamente, una estrella brillante en el firmamento de las instituciones nacionales de investigación científica y tecnológica y, en particular, en el noroeste del país.

Al celebrar el xxxiii aniversario de su fundación y echar una mirada retrospectiva a sus logros y su desarrollo, aquellos de nosotros que hemos sido cercanos al CICESE desde su nacimiento podemos afirmar con plena convicción que nos encontramos con una institución académicamente sólida y madura, que cuenta con una planta de expertos a nivel nacional e internacional en una amplia gama de disciplinas que van desde la investigación en ciencias básicas hasta los desarrollos tecnológicos desde la física, óptica, electrónica y ciencias afines hasta biología marina, maricultivos y estudios de genética.

La capacidad docente del CICESE en sus diferentes áreas es manifiesta: más de mil maestros en ciencias y doscientos doctores egresados de esta institución representan una importante y trascendente contribución al desarrollo del país. A los egresados del CICESE se les encuentra laborando y reforzando los cuadros de instituciones, públicas y privadas, en México, Estados Unidos, Sudamérica y Europa. En México, colaboran con las plantas académicas de instituciones como la UNAM, el IPN, la UABC, la Universidad Autónoma del Estado de México, el Instituto Tecnológico de La Laguna, la Universidad Autónoma de Zacatecas, entre otras.

Por lo anterior, es oportuno y necesario contar con una publicación como la presente en la cual se dan a conocer, no sólo los logros del centro, sino también, y más importante aún, la capacidad del CICESE para resolver problemas de interés nacional.

ARCADIO POVEDA RICALDE

INVESTIGADOR EMÉRITO, UNAM

La lectura de *CICESE. Más de tres décadas de aportaciones a la ciencia y a la sociedad* nos ofrece una versión autorizada del papel importante que representa esta institución, sobre sus programas de investigación y desarrollo tecnológico, sobre su capacidad científica y docente, sobre sus escuelas de verano y su compromiso de colaboración con otras instituciones.

Con el afán de motivar el interés del lector, mencionamos a continuación algunos de los proyectos de investigación y desarrollo:

- ◆ actividades pesqueras a partir de procesos biotecnológicos, laboratorio para producción de larvas de camarón
- ◆ producción y comercialización de semillas de lenguado
- ◆ creación y fortalecimiento de empresas de alta tecnología donde, a diferencia de lo habitual en el país, los propios investigadores se han convertido en empresarios
- ◆ primera incubadora de empresas en el país, principalmente en electrónica, telecomunicaciones, óptica, optoelectrónica, oceanografía y pesquerías
- ◆ modelación de los efectos costeros de tsunamis generados en el Pacífico, en las costas de Zihuatanejo, Guerrero, México, y en Corinto, Nicaragua, con el propósito de prevenir o minimizar los desastres producidos por futuros maremotos
- ◆ aprovechamiento de microorganismos para eliminar sustancias tóxicas del medio ambiente como, por ejemplo, la contaminación con hidrocarburos de petróleo
- ◆ movimientos relativos de placas y la inmovilidad de la isla de Guadalupe
- ◆ estudios sobre la física del océano

La presente publicación nos da también una acertada visión sobre la impresionante infraestructura física del CICESE, principalmente en sus laboratorios, talleres y recursos de cómputo, entre otros, que a lo largo de los años ha logrado conjuntar y que resulta un sólido cimiento sobre el que descansa la capacidad experimental, tecnológica y docente del centro.

La actividad desarrollada por los investigadores y técnicos del CICESE ha sido reconocida de numerosas formas, entre otras por el otorgamiento de veinticinco premios nacionales e internacionales que ha recibido su personal.

Finalmente, y no por ello menos importante, cabe destacar que la vocación de colaboración del CICESE con las instituciones vecinas y hermanas: los Institutos de Astronomía y el Centro de Ciencias de la Materia Condensada de la UNAM, la Universidad Autónoma de Baja California, por mencionar sólo algunas, ha producido una sinergia que al paso de los años ha convertido a Ensenada en un polo de desarrollo científico y tecnológico, en pocas palabras, una Ciudad Universitaria. Enhorabuena.

Viena, 28 de agosto de 2006

¿Qué hemos hecho en el CICESE en sus treinta y tres años de existencia?
¿Cuáles han sido nuestras principales aportaciones a la ciencia y a la sociedad?

En 1973, cuando se creó el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, era imperativo descentralizar la actividad científica y tecnológica en México, estudiar temas prioritarios con un enfoque interdisciplinario, preparar investigadores de alto nivel, profesores especializados y recursos humanos en el posgrado, con un objetivo fundamental: contribuir a la solución de problemas nacionales y regionales.

¿Hemos cumplido con esta misión?

CICESE. Más de tres décadas de aportaciones a la ciencia y a la sociedad es una propuesta editorial que pretende dar respuesta a estas interrogantes; nos ha permitido hacer un ejercicio retrospectivo, recordando los diferentes estudios y proyectos de investigación que han destacado no solamente por su aporte y contribución a la sociedad, sino a la comunidad científica y tecnológica a la cual pertenecemos.

Así, en vez de compilar estadísticas acerca de nuestros principales indicadores de productividad, optamos por hacer un somero balance a partir de cinco ejes temáticos.

En *Desarrollo* presentamos algunas aplicaciones de nuestros resultados y la manera en que hemos transferido algunos de nuestros desarrollos al conocimiento de los sectores productivo y público; *Temas prioritarios* es un reflejo de cómo concebimos la investigación científica y tecnológica: como una herramienta que no solamente apoya el desarrollo, sino que ayuda a prevenir desastres, que permite conocer, aprovechar y conservar los recursos naturales, así como identificar alternativas en cuanto a recursos no renovables y energía.

En *Aportaciones a la ciencia* presentamos justamente eso: las principales contribuciones que los científicos del CICESE han hecho a sus pares desde el punto de vista académico, generando conocimiento de frontera. *Formando gente* y *Nuestra infraestructura* son secciones que muestran cómo han evolucionado nuestros posgrados y el impacto de nuestros egresados en la sociedad, así como el crecimiento de nuestro centro de investigación.

Evidentemente, este libro no es exhaustivo. Quizá tuvimos omisiones o probablemente sobrevaloramos algún proyecto o su contexto; sin embargo, en el umbral del siglo XXI, a sus treinta y tres años de creación, el CICESE aún se reconoce como una institución joven y con un valioso potencial por consolidar.

Esperamos que este volumen revele, al menos en parte, las aportaciones que el CICESE ha hecho a la ciencia y a la sociedad en poco más de tres décadas.

FEDERICO GRAEF ZIEHL

DIRECTOR GENERAL



DESARROLLO

APLICACIONES

SENSORES DE FIBRA ÓPTICA PARA DETECTAR FUGAS DE HIDROCARBUROS

Desarrollamos un sistema electrónico de detección de fugas de hidrocarburos para gasolineras, plantas de almacenamiento, ductos e industrias químicas y propusimos a Pemex diversas técnicas de sensado para detectar fugas de hidrocarburos en sus diferentes instalaciones. En el plano internacional, firmamos un convenio para transferir a la compañía rusa *Sozvezdie* la tecnología para fabricar un sensor de fugas de hidrocarburos capaz de detectar rápidamente gasolina, diesel, petróleo y otros productos refinados con una exactitud de más o menos 10 metros en distancias de hasta 20 km.

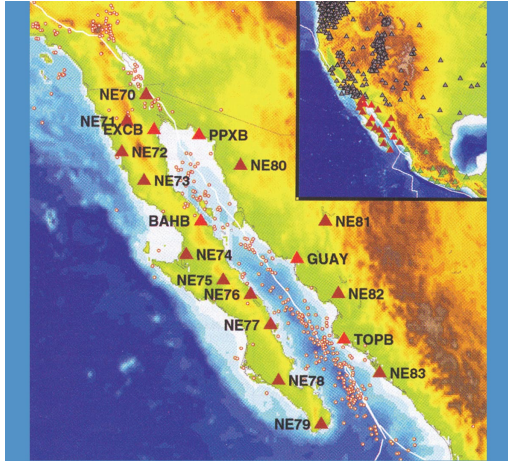
VEHÍCULO DE VACUNACIÓN A PARTIR DE ANTICUERPOS DE TIBURÓN

Logramos obtener un vehículo de vacunación a partir de una biblioteca de anticuerpos de tiburón, capaz de reducir la respuesta inmunológica de seis meses a tan sólo dos semanas. Este anticuerpo será empleado por el instituto BioClon para mejorar su producción de antivenenos de alacrán y serpientes, luego de que establecimos con ellos un convenio de licenciamiento que les permitirá explotar comercialmente el conocimiento que aquí generamos.

ACTIVIDADES PESQUERAS Y AGRÍCOLAS A PARTIR DE PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

A través de un convenio con el ayuntamiento de Puerto Peñasco, Sonora, establecimos un plan de trabajo para implementar un desarrollo sostenido e integral de la actividad pesquera y agrícola, a partir de procesos biotecnológicos. Creamos un sistema piloto para el cultivo intensivo de camarón que





REDES SÍSMICAS PARA COMPRENDER LA RUPTURA DE LA CORTEZA TERRESTRE

Desde 1977, monitoreamos la actividad sísmica de la región. Actualmente, operamos alrededor de cien estaciones organizadas en seis redes, por lo que nuestra región es la mejor instrumentada del país. Los datos que proporcionan nuestras estaciones permiten informar a las autoridades, a los medios de comunicación y a la población en general sobre los epicentros y las magnitudes de los sismos.

Las redes permanentes son: la Red Sismológica del Noroeste de México (RESNOR), la Red Acelerométrica del Noroeste de México (RANM), la Red Sísmica de Banda Ancha (RESBAN), la Red Sísmica del Noroeste de Sonora (RESNES), la Red Sísmica de La Paz (RESPAZ), la Red de Sismógrafos de Registro Autónomo de Baja California (NARS-Baja) y otras tantas temporales con instrumentos portátiles. Además de los estudios básicos que se realizan, operamos como observatorio sismológico regional, sirviendo a Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. (<http://sismologia.cicese.mx/Redes/Ubicacion.html>)

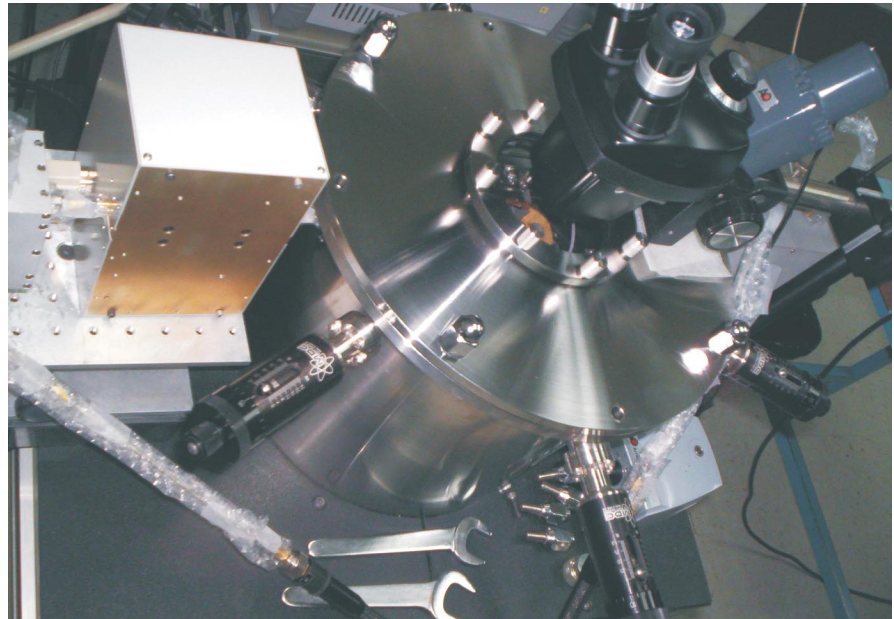
incluye un laboratorio comercial productor de larvas de alta calidad, certificadas y libres de patógenos; establecimos canales de flujo rápido para cultivar camarón con densidad de 150 organismos por metro cuadrado, un laboratorio de producción de alimentos para etapas postlarvales de camarón y ranchos marinos donde se cultivan camarones y peces en balsas, entre otros desarrollos.

DESARROLLOS EN INSTRUMENTACIÓN DIGITAL SÍSMICA Y GEOFÍSICA

En el CICESE desarrollamos y construimos la primera red sísmica en el mundo que operó con telecomunicación digital, valiéndonos un premio nacional de diseño. La red sigue operando después de más de dos décadas de haberse puesto en servicio. También desarrollamos y construimos el primer sistema electromagnético para sondeos profundos de la Tierra que operó con telecomunicación digital.

CÁMARA CRIOGÉNICA PARA DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE ALTAS FRECUENCIAS

Desarrollamos la primera cámara criogénica en México que permite caracterizar dispositivos, componentes y circuitos de microondas y ondas milimétricas desde DC hasta 40 GHz a temperaturas extremadamente bajas, por lo cual el CICESE se ubicó al mismo nivel que los principales laboratorios de instituciones norteamericanas y europeas en esta área. El propósito fundamental de esta cámara es realizar mediciones en función de temperaturas extremadamente bajas, en las que disminuye el “ruido térmico” de los dispositivos, lo que permite detectar niveles mucho más pequeños de potencia; esto es, si aumentamos la sensibilidad de un amplificador, al bajar el “ruido”, podemos detectar niveles de potencia cada vez más pequeños.



BANCO DE GERMOPLASMA

Con el fin de preservar especies acuáticas con características biológicas y comerciales únicas que, además, beneficiarán programas de conservación al favorecer la recuperación y manejo de especies amenazadas o en peligro de extinción, en julio de 2005, inauguramos el primer banco de germoplasma de especies acuáticas de Baja California. Este banco puede resguardar cualquier tipo de células con capacidad de reproducirse o dar origen a otras células: espermatozoides, semen, ovocitos y embriones y, gracias a la preocupación de organismos internacionales por proteger y conservar la biodiversidad mundial, el número de estos bancos ha ido en aumento en beneficio de sectores como la agricultura, la ganadería y los zoológicos. La preservación del recurso genético se aplica a la acuicultura para mejorar las líneas genéticas y la reproducción artificial; de esta manera, nuestro banco de germoplasma, apoyado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Universidad de Louisiana y el propio CICESE, podrá coadyuvar al desarrollo de programas de acuicultura en la región.



USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR SALUD

Por primera vez en América latina, una ambulancia en movimiento y la sala de urgencias de un hospital, el Médica Sur, mantuvieron comunicación en tiempo real por videoconferencia a través de telefonía celular de tercera generación. El software que comprime información y permite transmitir simultáneamente audio e imágenes de buena calidad, lo desarrollamos en el CICESE y sus beneficios y aplicaciones podrán extrapolarse hacia el sector salud.

También diseñamos y desarrollamos software de apoyo para un pizarrón electrónico para el mismo hospital, el cual detecta la presencia del usuario y automáticamente brinda acceso y muestra información de este usuario.

En Baja California, logramos que las enfermeras de la clínica 8 del IMSS en Ensenada, tengan acceso a bases de datos de medicamentos y protocolos de enfermería utilizando asistentes personales digitales (*palms*). Además, empleando tecnología que permite generar pulsos ultra cortos de láser, realizamos experimentos para la Clínica de Ojos de Tijuana que permiten crear canales dentro de la córnea y la esclera de un ojo con conductos tapados. Así, al fluir los líquidos del ojo disminuye la presión interna, lo cual es el principio de un procedimiento novedoso para el tratamiento del glaucoma.



VINCULACIÓN

PIONEROS EN ACCIONES DE VINCULACIÓN

El CICESE es pionero en diversas acciones de gestión tecnológica, vinculación innovación y desarrollo. Aquí, antes que en cualquier otro centro del sistema CONACYT, establecimos la primera Dirección de Gestión Tecnológica (1992–1996) que, entre otras acciones, impulsó la creación del primer laboratorio de arseniuro de galio en América latina para el diseño y desarrollo de amplificadores de bajo ruido en colaboración con el Instituto Mexicano de las Comunicaciones (actualmente COFETEL) y la Organización de Estados Americanos. Esta dirección dio paso a la Dirección de Vinculación (1997–2003), que favoreció la apertura, con fondos CONACYT, de la primera Unidad de Gestión de Servicios Tecnológicos para dar respuesta rápida a las necesidades de los sectores público, privado y social. En este periodo, también apoyamos la incursión a la tecnología espacial de siete instituciones –entre



The Director of the United States Patent and Trademark Office

Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and abstract of the invention are enclosed. The requirements of law have been verified, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.

Therefore, this

United States Patent

Grants to the party(s) bearing title on this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America for the term set forth below, subject to the payment of maintenance fees as provided by law.

If this application was filed prior to June 8, 1995, the term of this patent is the longer of seventeen years from the date of grant of this patent or twenty years from the earliest effective U.S. filing date of the application, subject to any statutory extension.

If this application was filed on or after June 8, 1995, the term of this patent is twenty years from the U.S. filing date, subject to any statutory extension. If the application contains a specific reference to an earlier filed application in applications under 35 U.S.C. 126, 127 or 128, the term of the patent is twenty years from the date on which the earliest application was filed, subject to any statutory extensions.

A. W. D. Dudas
Director of the United States Patent and Trademark Office

éstas, el CICESE– con el desarrollo del satélite mexicano (SATEX), así como la producción de la primera publicación electrónica con información general del centro, TODoS@CICESE (<http://gaceta.cicese.mx>), que a la fecha tiene en línea más de cien números. Gracias a un convenio de colaboración con Teléfonos del Noroeste, promocionamos nuestro centro de investigación a través de tres ediciones de tarjetas Ladatel en 2002, 2003 y 2004.

En 2004, la Dirección de Vinculación da pauta al surgimiento de la primera Dirección de Innovación y Desarrollo a través de la cual hemos colaborado en el establecimiento de normas nacionales en telefonía celular; impulsado los consorcios público privados como estrategia de innovación nacional; promovido alianzas estratégicas con empresas y creado un programa dinámico de cultura de la propiedad intelectual, por el cual hemos obtenido ocho patentes nacionales e internacionales y cinco marcas registradas.

ESPARCIMIENTO DE LUZ EN SUPERFICIES RUGOSAS

Desarrollamos un sistema de comunicación óptica entre la tierra y un avión basado en una superficie reflectora. La idea es que desde el avión se ilumine un objeto que solamente refleje la luz que incide desde una dirección particular. La luz reflejada debe regresar solamente en dirección del avión. Este sistema se realizó para la compañía *Surface Optics Corp.*, cuya base está en San Diego, California.

INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA PARA MINERÍA

Con el objetivo de establecer infraestructura humana y material capaz de afrontar las necesidades de instrumentación y de coadyuvar a la creación de grupos de desarrollo dependientes de la industria minera, así como generar tecnología en esta rama industrial, en 1984 suscribimos un convenio de colaboración con el consorcio minero “Benito Juárez–Peña Colorada” (mina de hierro) ubicado en Colima. Con esta base, construimos diversos equipos de control y dispositivos analógicos y digitales para controlar la temperatura de combustible y la velocidad de un filtro cilíndrico, entre otros.

INGENIERÍA Y CALIDAD DE SOFTWARE

En 1998, la empresa Prodigia solicitó financiamiento al Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica, organismo que, a su vez, solicitó la asesoría del CICESE. La recomendación fue que la empresa se convirtiera de fábrica de software a consultora en calidad de software. La empresa acató nuestro dictamen y fue considerada “caso de éxito” por el CONACYT y, en el año 2000, obtuvo el Premio Nacional de Tecnología, que es el máximo reconocimiento a nivel nacional que entrega anualmente el presidente de la república a las organizaciones que se distinguen por contar con las mejores prácticas en el uso y gestión de sus recursos tecnológicos.





MEDIDOR Y CONTROLADOR DE FLUJO DE AGUA PARA AGUASCALIENTES

Diseñamos y construimos un medidor y controlador de flujo de agua activado con tarjetas de prepago para la Comisión del Agua del estado de Aguascalientes. El proyecto se financió a través del fondo mixto Aguascalientes-CONACYT. Su realización permitirá que esta entidad tenga una alternativa de alta tecnología para poder tarifar y activar el servicio de agua potable en los hogares de sus residentes.



UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE LENGUADO

Por primera vez en México, en 2005, en el CICESE logramos producir semilla de lenguado *Paralichthys californicus* y comercializarla entre productores interesados en cultivar esta especie. El logro, fruto de la investigación básica de primer nivel que derivó en ciencia aplicada, y fruto también del trabajo coordinado entre investigadores, los tres niveles de gobierno y productores de Baja California, nos permitió integrar la “Unidad de producción de semilla de lenguado”. Esta unidad forma parte del proyecto institucional “Desarrollo de peces marinos” y fue financiada con recursos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, del CONACYT y del CICESE.

NORMAS OFICIALES PARA TELEFONÍA CELULAR

Luego de firmar en 2003 un convenio de colaboración con la Comisión Federal de Telecomunicaciones, desarrollamos el año siguiente dos proyectos de Normas Oficiales Mexicanas en materia de telefonía celular: el primero se denominó “Radio comunicaciones con tecnología GSM para sistemas de comunicaciones personales en la banda de 1900 MHz”, y el segundo “Radio comunicaciones con tecnología TDMA para radiotelefonía celular digital en la banda de 800 MHz”.

ESTUDIOS DE GENÉTICA APLICADOS A ABULÓN

La genética en acuicultura incluye aspectos que van desde el nivel molecular hasta el de una población, con el fin de lograr la selección, caracterización y manipulación de líneas de alta productividad; la selección de organismos resistentes a enfermedades, o la producción de organismos estériles (mejor comercializados) y transgénicos, entre otros. En el CICESE iniciamos el estudio

genético de algunos moluscos y crustáceos de importancia regional en diversas actividades, como la caracterización de poblaciones, la identificación de los progenitores más productivos en cultivo y las relaciones entre el genotipo y diversas variables fisiológicas. En el caso del abulón, desarrollamos una técnica para determinar el tamaño genómico de los abulones amarillo, rojo y azul. Con esta misma técnica determinamos el tamaño de cada cromosoma del abulón rojo, es decir, no sólo determinamos cuánto ADN hay en el núcleo, sino que también detectamos cómo se distribuye en cada cromosoma. Cada especie suele tener un número característico de cromosomas; a la manera como se ordenan se le llama cariotipo. Así, hemos logrado describir los cariotipos de estas tres especies de abulón, los cuales tienen un total de 36 cromosomas (18 pares).

CREACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE EMPRESAS DE ALTA TECNOLOGÍA

A mediados de los años ochenta, con la caída del *boom* petrolero, México se vio en la necesidad de diversificar su economía, de ampliar sus exportaciones no petroleras, incluso de entrar a sistemas como el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio. El proceso de vinculación entre la investigación científica y tecnológica y el sector productivo había sido tradicionalmente soslayado por todos. En ese contexto, comenzaron a crearse en nuestro país un nuevo tipo de empresas, todas ellas de alta tecnología y en áreas inexistentes, que constituyeron un hito innovador: en lugar del esquema tradicional de apoyar proyectos de desarrollo tecnológico en el sector académico y luego presionar para que se diera la vinculación con los industriales, eran los investigadores quienes dejaban sus instituciones para investirse como empresarios. Nuestra presencia en Ensenada favoreció la creación de empresas como Augen Veken (hoy Augen Ópticos), Calipo (hoy Opto Crystal de México) y Digital Data, que fueron pioneras en la industria óptica y de instrumentación electrónica, así como en desarrollo computacional.



CAPACITACIÓN A EMPRESAS

Entre 1998 y 2005, CICESE ha contribuido a fortalecer el capital humano de más de 150 empresas y entidades gubernamentales del país, particularmente de la región noroeste, a través de cursos de capacitación, asesorías y consultorías orientados a la resolución de problemas y al aumento de la competitividad y eficiencia de dichas entidades. En 1998 comienza el programa de capacitación, que a fines de 2004 se complementa con una nueva visión, la de empresas aliadas, que tiene como objetivo formalizar una alianza estratégica de beneficio mutuo entre las empresas y el CICESE, por medio de membresías anuales que se adaptan al tamaño de la empresa y sus necesidades específicas. En 2005, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social reconoció al CICESE como agente capacitador. (<http://edcon.cicese.mx>)



PRIMERA INCUBADORA DE EMPRESAS

El fideicomiso privado denominado Incubadora de Empresas con Base Tecnológica (IEBT) fue constituido el 23 de agosto de 1990 con apoyo y aportación del CONACYT (37.5%), el CICESE (37.5%) y Nacional Financiera (25%). Este primer centro promotor de empresas tecnológicas en México ofreció servicios de albergue, administración, gestión y asesorías tecnológica y financiera, así como servicios de mercadotecnia y capacitación. En su primera fase albergó a siete empresas. Durante los ocho años que operó la IEBT incubó 38 empresas, de las cuales 16 se graduaron con éxito.

Hasta diciembre de 1998, los proyectos desarrollados en la IEBT correspondieron preferentemente a algunas de las siguientes áreas: electrónica, telecomunicaciones, óptica, optoelectrónica, biotecnología y alimentos, diseño mecánico y mecánica de precisión, así como servicios tecnológicos en geofísica, sismología, oceanografía y pesquerías.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Estudios de riesgo sísmico y riesgo geológico
Evaluación de acuíferos (geohidrología)
Fechado de muestras geológicas (geocronología)
Aplicación de sistemas de información geográfica
Microscopía electrónica de barrido
Sistema de información sísmica

EN CIENCIAS FÍSICAS

Diseño de sistemas de telecomunicaciones
Desarrollo e ingeniería de software
Metrología
Diseño de robots industriales y sistemas de visión por computadora
Aplicaciones de láseres industriales

EN CIENCIAS DEL MAR

Pronósticos meteorológico y de mareas y oleaje
Elaboración de boletines climatológicos
Estudios de hidrodinámica para el diseño de construcciones marinas y de pesquerías
Estudios de difusión de contaminantes
Diseño e instalación de sistemas de recirculación para granjas acuícolas
Capacitación en ingeniería acuícola (tomas marinas)

EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

EN BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Producción de neutracéuticos (pigmentos, ácidos grasos esenciales, antioxidantes) y probióticos
Estudios nutricionales en animales y desarrollo de alimentos especiales para éstos. En contraparte, toxicología alimentaria
Bioensayos en sala de zootecnia (especies acuícolas)
Análisis de calidad de productos pesqueros
Certificaciones bacteriológicas en productos marinos

DIAGNÓSTICO MOLECULAR

Certificación de semilla de moluscos y crustáceos
Análisis molecular de la variabilidad genética de organismos
Detección temprana de marea roja

Identificación molecular y filogenética de microorganismos
Desarrollo de marcadores moleculares
Asesoría en el manejo de bancos de datos y programas computacionales en el área de diagnóstico molecular

BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Biorrestauración de humedales
Biorremediación de áreas impactadas por hidrocarburos y aguas residuales
Bioremediación de desechos de la industria minera
Bioseguridad ambiental
Manejo de residuos y estudios de toxicidad de sustancias
Análisis y prevención de bioincrustaciones
Diseño de biosensores, biopelículas y biofiltros funcionales

EN INNOVACIÓN Y DESARROLLO

Programas de capacitación, asesoría y consultoría a empresas
Estudios de prospectiva tecnológica
Auditorías ambientales y tecnológicas
Asesoría para la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)
Validación de estudios
Elaboración de planes de negocio
Asesoría en administración y coordinación de proyectos
Estrategias de patentamiento e inteligencia competitiva

OTROS SERVICIOS

Banco de germoplasma de especies acuáticas de Baja California
Unidad de producción de semilla de lenguado
Centro regional de microscopía biológica
Colección entomológica de Baja California
Biblioteca especializada
Buque oceanográfico *Francisco de Ulloa*
Cepario de microalgas
Gaceta electrónica TDoS@cicese (<http://gaceta.cicese.mx>)



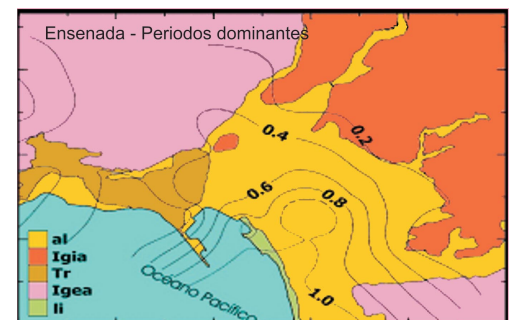
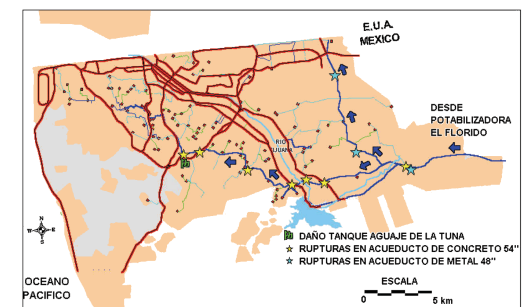
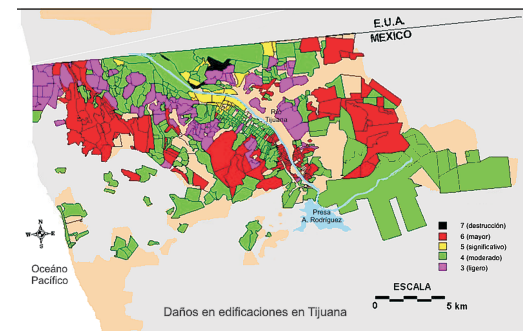
TEMAS PRIORITARIOS

PREVENCIÓN DE DESASTRES: ESTUDIOS DE FENÓMENOS NATURALES

ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO Y GEOLÓGICO

Luego de los macro sismos ocurridos en la ciudad de México en 1985, realizamos estudios que nos permitieron elaborar mapas de riesgo sísmico para esa ciudad, determinar la atenuación del movimiento del terreno y la respuesta dinámica del suelo en función de la geología local y de sus propiedades físicas, instalando, además, la primera red de acelerógrafos en el valle de México. Veinte años después, continuamos trabajando en esa ciudad con un proyecto de instrumentación y monitoreo sísmico en el edificio del Puesto Central de Control del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

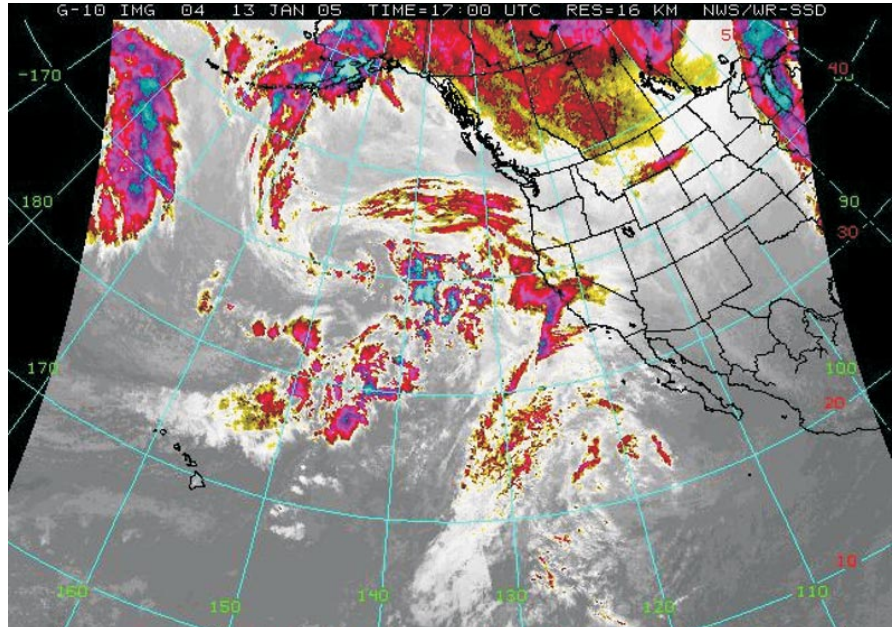
Desde 1993, hemos realizado estudios para estimar el riesgo geológico y sísmico de Tijuana. En 1998 apoyamos el establecimiento en esta ciudad del proyecto RADIUS (*Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas Against Seismic Disasters*), luego de que la ONU, a través de la Secretaría de la Década Internacional para la Reducción de Desastres, lanzó una convocatoria a 155 ciudades del mundo para participar en este proyecto. Gracias a RADIUS, que en Tijuana ya es un programa municipal, se han desarrollado metodologías para evaluar el riesgo sísmico con la idea de que gobiernos y autoridades cuenten con la información necesaria para mitigar los efectos de un desastre y establezcan planes de manejo de riesgo.





GENERACIÓN Y PROPAGACIÓN DE TSUNAMIS

Estructuramos la Red de monitoreo del nivel del mar del CICESE, constituida actualmente por 7 estaciones mareográficas, con el apoyo del personal adscrito al laboratorio de Nivel de Mar y a los proyectos de “Modelación de efectos costeros de tsunamis” y del “Sistema de alerta de tsunamis del Pacífico”. Hemos realizado modelaciones sobre efectos de tsunamis en las costas de Zihuatanejo, Guerrero, México, y en Corinto, Nicaragua. De este último estudio, obtuvimos un mareograma potencial o tsunami sintético generado en la costa de Colombia, que equivaldrían a un sismo de magnitud 9. El sistema permite estimar en pocos minutos el tiempo de llegada y la altura de un tsunami de estas características a diferentes localidades del sur de México y de Centroamérica. El estudio de Zihuatanejo nos permitió delimitar eventuales extensiones de inundación con el objeto de planificar la distribución de estructuras, servicios y de la población en general, para minimizar las pérdidas ante la ocurrencia de un tsunami.



Hemos buscado trasladar esta experiencia a Mexicali y Ensenada, donde intentamos establecer un programa interinstitucional de manejo del riesgo sísmico asociado al crecimiento urbano de la ciudad. Así, hemos desarrollado mapas que muestran contornos de estimación de aceleraciones del suelo (cómo responde el suelo ante un sismo) con base en la estructura geológica somera de Ensenada.

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Para determinar cuáles son las regiones más vulnerables en la región occidental fronteriza entre México y Estados Unidos y, así, ser capaces de elaborar planes de respuesta y estrategias de mitigación de desastres, hemos investigado la tendencia de eventos extremos climáticos en los últimos 50 años en esta zona, donde las fluctuaciones climáticas extremas varían mucho de un año a otro y generan, además, un fuerte impacto en el medio ambiente. En consecuencia, se presentan importantes efectos en diversos sectores socioeconómicos de la región, en especial aquellos que se relacionan con la disponibilidad, uso y manejo del agua a escala binacional. Los resultados preliminares ponen de manifiesto la vulnerabilidad de esta región a un cambio climático. Por ejemplo, el estudio demostró que tres de los seis eventos de precipitación más intensos registrados en Tijuana, así como la mitad de la frecuencia total de eventos extremos ocurridos aquí entre 1950 y el año 2000, ocurrieron en periodos donde no se presentó el fenómeno “El Niño” (correlacionado con la precipitación total de la temporada, en general, durante años de “El Niño” llueve más y aunque puede favorecer precipitaciones extremas, éstas se pueden presentar durante “La Niña” o en condiciones neutras). Es decir, en años “neutros”, donde no se esperaban precipitaciones intensas. Por ello, el siguiente



paso es evaluar qué tan buenos son los modelos de circulación global para simular y proyectar eventos extremos climáticos en esta región, incluyendo cambios en su frecuencia, intensidad y duración durante los próximos 50 años.

MANEJO DE INCENDIOS FORESTALES

Los bosques bajacalifornianos han sobrevivido cientos de miles de años sin influencia humana, y miles de años de influencia de grupos nativos. En comparación con los bosques de California, donde se estableció desde principios del siglo XX una estricta política de supresión de incendios que ha provocado una exagerada acumulación de biomasa, hemos determinado que hay diez veces más incendios en los bosques de Baja California, pero son diez veces menos intensos. Cuando en verano se conjugan condiciones como vientos de Santa Ana de 40 a 70 km/hora y humedad relativa de 4 a 6 %, como en la “tormenta de fuego” del 26 de octubre de 2003, los incendios en California afectaron cientos de miles de hectáreas, con flamas cuya altura alcanza cientos de metros, mientras que en nuestro estado apenas afectaron decenas de miles de hectáreas, con flamas de apenas unos cuantos metros de altura. Por eso, 200 años después del contacto con europeos, los bosques de California están en peligro de extinción y la sociedad sigue presionando para que se controlen los incendios, aun cuando nuestras investigaciones han determinado que pueden resultar benéficos. Se requiere una fuerte voluntad política para resistir esa presión pública.

MEDIO AMBIENTE Y CONSERVACIÓN

BIORREMEDIACIÓN

La biorremediación, es decir, el aprovechamiento de microorganismos para eliminar sustancias tóxicas del medio ambiente, es una de nuestras principales líneas de investigación. Destacan tres investigaciones en procesos de biorremediación costera y marina. La primera se lleva a cabo por convenio con Petróleos Mexicanos (PEMEX) en áreas contaminadas con hidrocarburos del petróleo, en Coatzacoalcos, Veracruz, en una primera etapa.

Los otros estudios corresponden a efluentes marinos domésticos e industriales –pesqueros y acuícolas– y a la utilización de tapetes microbianos en efluentes de aguas residuales en el municipio de Ensenada. Anualmente, la bahía de Todos Santos recibe la descarga de 150 metros cúbicos por segundo de aguas residuales con alto contenido de nitrógeno y fósforo. De acuerdo con nuestras investigaciones, la biorremediación con tapetes microbianos es un tratamiento práctico para las descargas de aguas negras en ambientes costeros, ya que reduce los contenidos de nitrógeno y fósforo hasta ajustarlos a la normativa ambiental requerida. Los tapetes microbianos se construyen con microorganismos aislados del efluente en placas de poliéster.

ESTUDIOS EN LAGUNAS COSTERAS

Las lagunas costeras son áreas con muy alta productividad primaria y son importantes para la protección y alimentación de peces en estadios tempranos de su ciclo de vida; en varias de ellas se han desarrollado sistemas acuaculturales, como en la bahía de San Quintín, Baja California, donde la producción de ostión japonés en los últimos 20 años es una de las más importantes del país. Por ello, desde la creación del CICESE hemos estudiado intensamente los aspectos físicos, químicos y biológicos de las lagunas costeras del noroeste de México; hemos descrito los patrones de marea y su relación con los movimientos de masas de agua que entran y salen de ellas; hemos caracterizado el metabolismo de la flora y fauna que vive en el fondo de estos sistemas, principalmente los pastos marinos, y sabemos cuál es el elenco de especies de peces que habitan la bahía de San Quintín, donde la pesca deportiva se ha desarrollado sólidamente en los últimos años (el pez pipa y el lenguado de California son los más importantes). En el estero de Punta Banda, estudiamos cómo los juveniles del lenguado de California utilizan este cuerpo de agua para su desarrollo y los factores que afectan su incorporación a las poblaciones de adultos afuera del estero.



REINTRODUCCIÓN DEL CÓNDOR DE CALIFORNIA A MÉXICO

Sesenta y cuatro años después de su desaparición en Baja California, seis cóndores de California fueron reintroducidos en la sierra de San Pedro Mártir en octubre de 2002, a través de un ambicioso programa de recuperación de esta especie, en peligro de extinción, en el que participan investigadores del CICESE, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), expertos de los zoológicos de San Diego y Los Ángeles, ejidatarios de la zona, así como autoridades de México y Estados Unidos.

En los primeros días de vuelo, un par de águilas reales atacaron a los cóndores por lo que empezaron a presentar comportamientos de vuelo que demostraban su miedo a los ataques. Fue necesario capturar tres cóndores para garantizar su supervivencia durante el invierno, cuando las temperaturas en la sierra llegan a 14° C bajo cero. Hasta julio de 2006, en que se liberaron tres ejemplares más, son ya 19 cóndores que libres surcan el cielo mexicano al que han sido reintroducidos. Se espera que el “Proyecto binacional (México–Estados Unidos) de recuperación del cóndor de California en México” continúe en 2007.





SANEAMIENTO DE BAHÍAS

Mediante un sistema de bombeo, desarrollado y patentado en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, que aprovecha la energía de las olas, estructuramos un proyecto que prevé sanear la bahía de Ensenada pues, al igual que otras zonas costeras, ha sido influenciada por diversas actividades generadas por el hombre, sobre todo flujos de nutrientes y otros contaminantes. El proyecto implica desde estudios básicos (modelos numéricos) hasta la construcción del propio sistema de bombeo, que permitirá introducir agua limpia y oxigenada del exterior de la rada portuaria hacia el interior, aprovechando únicamente la energía generada por el oleaje. Hemos corrido modelos y estudiado la batimetría (perfil del suelo) de la rada portuaria, sus corrientes, la temperatura del interior y del exterior para saber cómo ocurriría la mezcla de aguas, asegurando así una renovación lenta y segura.



CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA ISLA GUADALUPE

La isla Guadalupe puede convertirse en uno de los experimentos más importantes en la historia de México, en cuanto a conservación y restauración ecológica se refiere, ya que su ecosistema se encuentra en una situación de extinción extremadamente preocupante. El proyecto, que comenzó a finales de 2003, tiene un largo proceso de reflexión y preparación, y en él participan otras instituciones. El objetivo primordial y el grueso del trabajo que hasta ahora se ha hecho han consistido en la erradicación de los mamíferos introducidos, en especial las cabras, que es la especie que más ha afectado el ecosistema de la isla. También hemos realizado estudios sobre el estado de las poblaciones vegetales endémicas, como el ciprés, el pino y la palma, que estaban amenazadas y muy reducidas. La situación de la isla y los resultados obtenidos se muestran en el libro *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*, editado por el Instituto Nacional de Ecología, cuya presentación se realizó en junio de 2006 en nuestras instalaciones.



ESTUDIOS DEL AMBIENTE MARINO

PROYECTO CANEK

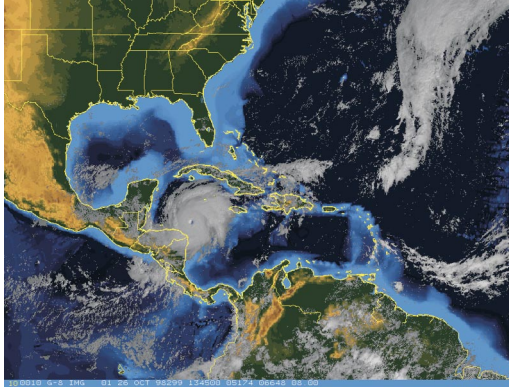
Para cumplir con el objetivo de este proyecto, desde 1996, medimos y describimos la circulación de agua en el estrecho de Yucatán, que es la única conexión entre el golfo de México y el mar Caribe, con la finalidad de cuantificar el intercambio entre ellos. El estrecho mide aproximadamente 210 kilómetros de ancho, tiene una profundidad media de mil 500 metros y un umbral que separa una cuenca oceánica de otra, de apenas 2 mil metros. Tenemos más de 10 años realizando campañas oceanográficas a bordo del buque *Justo Sierra* de la UNAM desde el cabo Catoche en Yucatán, hasta el cabo San Antonio, en Cuba, y sus regiones adyacentes. Instalamos diversos instrumentos oceanográficos en arreglos denominados anclajes profundos, que nos permiten medir el flujo de las corrientes a lo largo de toda la columna de agua de mar, y hemos usados sensores de presión y diferentes tipos de corrientómetros y boyas, que han hecho de esta región una de las más instrumentadas en los mares mexicanos. Tener estas series de datos casi continuos de corrientes y nivel del mar nos ha permitido descubrir aspectos muy importantes en la hidrografía de la región, como la presencia de una “contracorriente” en la parte más profunda del canal, cerca de Cuba, así como variaciones en la corriente de Yucatán que podrían afectar el segundo arrecife coralino más grande del mundo. En un sentido general, los resultados del proyecto serán útiles para determinar un mejor manejo de los recursos, el control de la contaminación y la explotación petrolera, además de mantener presencia mexicana (del CICESE) y observaciones directas en nuestros mares y en aguas internacionales.





PROYECTO IMECOCAL

En este proyecto interinstitucional, desarrollamos un programa de investigación en la porción sur de la corriente de California, que incluye un plan de colectas oceánicas frente a Baja California y el monitoreo continuo de estaciones costeras. La idea principal es investigar cambios y causas del acoplamiento físico-biológico durante las estaciones del año o a través de diferentes años en el ecosistema pelágico de esta región. Una de sus tareas es realizar descripciones cuantitativas de procesos físicos y biológicos que contribuyan a ampliar nuestra comprensión del papel que juegan la estructura y los procesos físicos en la dinámica del ecosistema de esta corriente en el sector correspondiente a Baja California. El objetivo último es lograr la capacidad de predicción en forma realista de la respuesta del ecosistema pelágico al cambio climático regional y global, así como a las actividades pesqueras y otras perturbaciones provocadas por el hombre. (<http://imecocal.cicese.mx>)



FLUJOS DE CARBONO EN LOS MÁRGENES CONTINENTALES DEL PACÍFICO MEXICANO

Planteamos este proyecto para analizar un elemento como el carbono que, por ser un gas de invernadero, es de gran importancia al estar aumentando en nuestra atmósfera debido, principalmente, a la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la producción de cemento.

Los ambientes costeros son regiones muy vulnerables ante la variabilidad y el cambio climático, porque interactúan directamente con las masas de aire terrestres, reciben las descargas de ríos y los impactos provocados por el hombre a través de descargas de nutrientes y carbono. Al obtener información de los flujos de carbono podremos alimentar modelos de predicción climática, que pueden ser modelos estadísticos o numéricos que utilizan variables que predicen las condiciones a corto o largo plazo, por ejemplo de la precipitación.

Un modelo climático se puede alimentar con información de las condiciones atmosféricas, oceánicas y de superficie terrestre anteriores al pronóstico y, al entrar esta información en las ecuaciones estadísticas o numéricas del modelo, se predice el clima a corto o largo plazo.

OCEANOGRAFÍA POR SATÉLITE

Este proyecto establece las bases de un programa nacional para la utilización de la información que se obtiene mediante sensores remotos, sobre aspectos relacionados con los fenómenos y recursos naturales de nuestras costas y mares. El énfasis está en la integración y consolidación de grupos de expertos nacionales que establezcan colaboraciones internacionales; la promoción y desarrollo de aplicaciones en problemas de impacto socioeconómico, así como de relevancia científica; el suministro de información e iniciativas para el posible desarrollo de empresas involucradas; el fortalecimiento de la infraestructura necesaria para llevar a cabo actividades de calibración y validación de sensores remotos, para realizar estudios específicos de fenómenos oceanográficos y meteorológicos; para demostrar acceso a la información mediante un catálogo o banco de datos en la forma de biblioteca digital y, finalmente, en el entrenamiento y capacitación de recursos humanos.

RECURSOS NO RENOVABLES Y ENERGÍA

AGUA

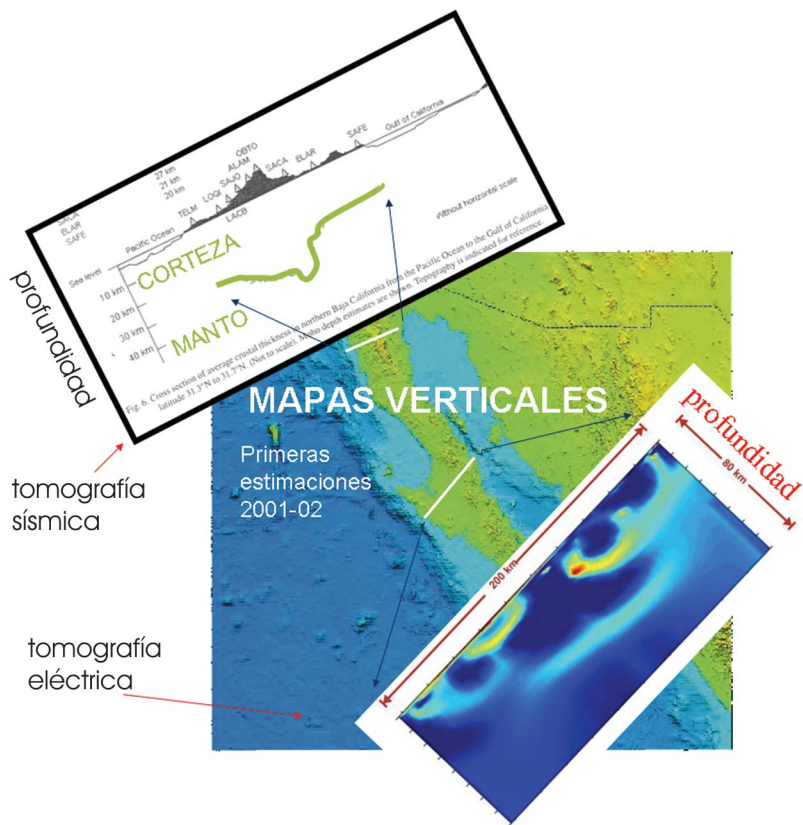
Con financiamiento del CONACYT, tenemos proyectos que incluyen estudios geológicos, geoquímicos, geohidrológicos y geofísicos para evaluar y caracterizar los acuíferos en la zona costera de Baja California y el valle de Guadalupe. Por sus repercusiones en las actividades agrícolas, tenemos ofrecimientos de vitivinicultores de la región para compartir gastos.

Con un estudio que realizamos para la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada y otras instituciones similares estatales y federales, pretendemos encontrar alternativas a corto plazo para abastecer de agua potable a la ciudad de Ensenada, evaluando la viabilidad técnica de una planta desaladora de agua. El proyecto requirió de estudios geológicos, geofísicos, oceanográficos y ambientales en la bahía de Todos Santos y sus alrededores, así como de las tecnologías disponibles para desalar agua.





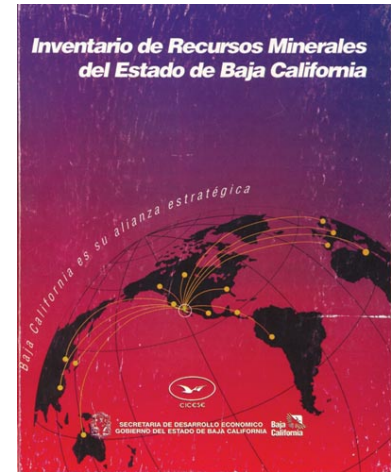
Los arroyos constituyen zonas de particular importancia en una cuenca determinada y están asociados a zonas de recarga de los recursos hidráulicos subterráneos. Los efectos de cualquier modificación del medio ambiente pueden ser positivos o negativos, y están en función de la vulnerabilidad que presenta el medio natural a alteraciones de las condiciones iniciales. Los estudios de impacto ambiental son necesarios, pues no todos los arroyos pueden ser aprovechados como bancos de extracción de arena y piedra bola, algunos deben ser preservados por su importancia para los recursos naturales y el medio ambiente.

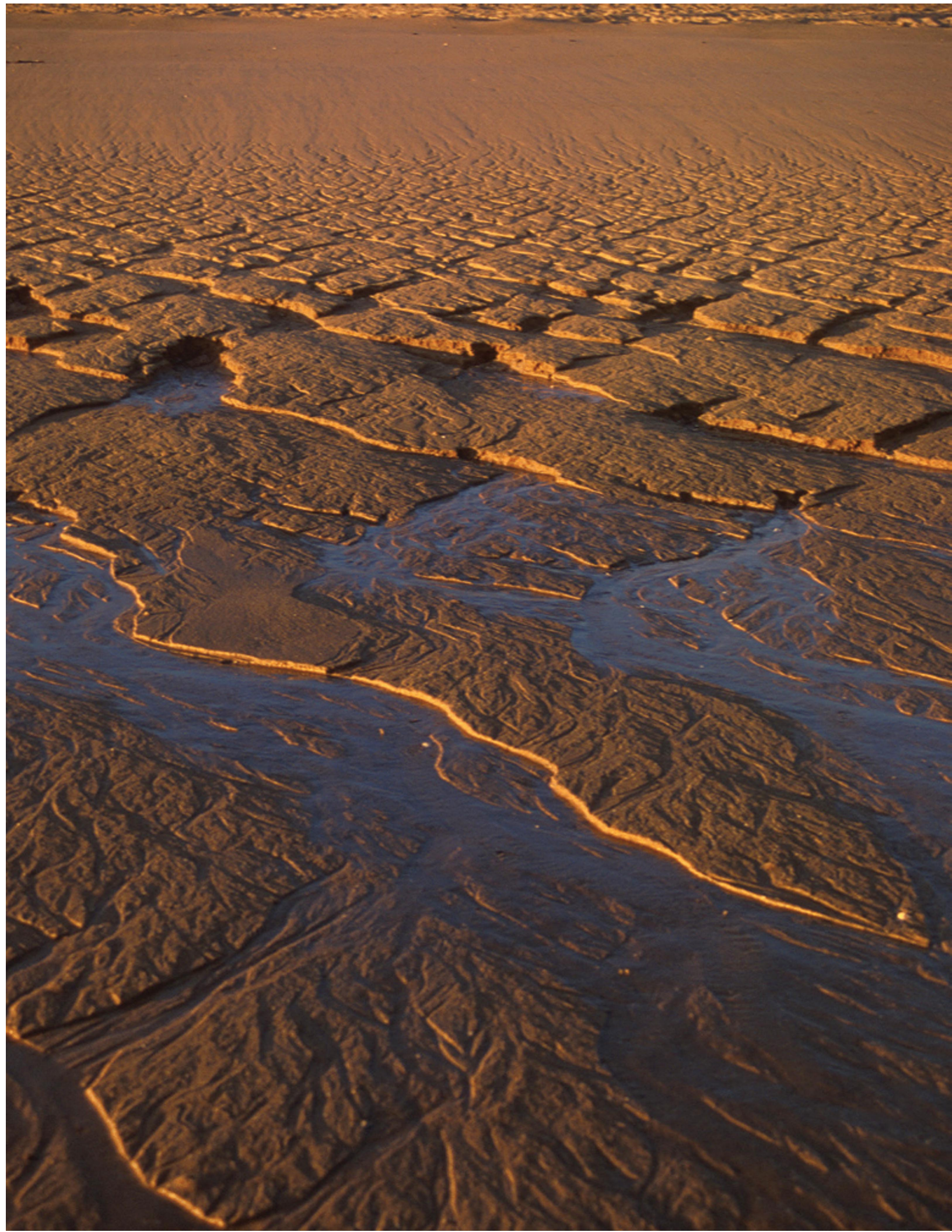


MINERÍA, PETRÓLEO Y GEOTERMIA

Los proyectos en minería, petróleo y gas abarcan un inventario minero del estado de Baja California, interpretación de datos geofísicos y de fósiles microscópicos extraídos de pozos profundos en el mar de Cortés, esto último en relación con la exploración petrolera.

En geotermia tenemos uno de los grupos más activos en el mundo en aspectos de la exploración de nuevos campos mediante sondeos magnetotelúricos profundos. Participamos activamente no sólo en la prospección de nuevos campos, sino también en el desarrollo y perfeccionamiento de las diversas técnicas de exploración como gravimetría sísmica, magnética y electromagnética, cubriendo aspectos desde instrumentales hasta teóricos y computacionales.





APORTACIONES A LA CIENCIA

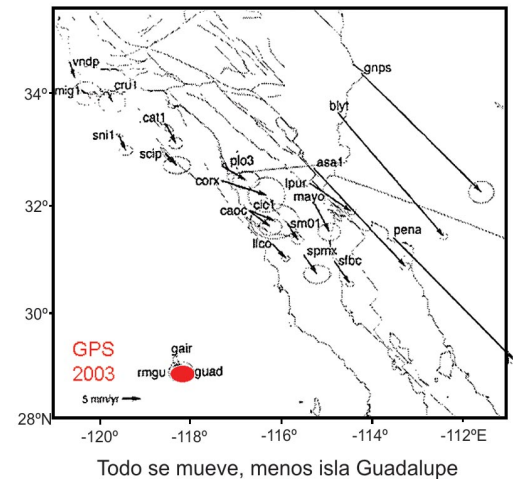
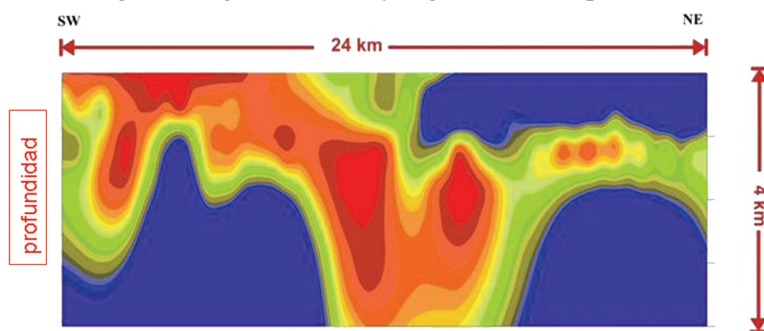
INVESTIGACIONES DE FRONTERA

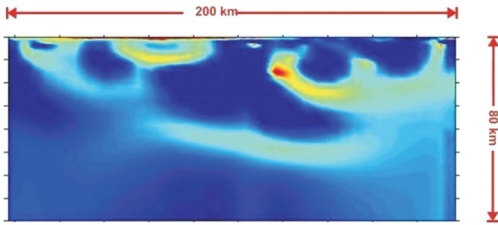
TODO SE MUEVE, EXCEPTO ISLA GUADALUPE

Observaciones geodésicas con el sistema de posicionamiento global en isla Guadalupe, Baja California y Sonora, nos han permitido establecer que esta isla no se mueve con respecto a la placa tectónica del Pacífico, por lo que es el mejor punto de referencia para medir el movimiento de la placa de Norteamérica y de la zona de transición entre las dos placas. En esta zona de transición, la corteza terrestre se está rompiendo a lo largo del sistema de fallas de San Andrés–Golfo de California, manifestándose con la ocurrencia de sismos a lo largo de miles de kilómetros.

EL ESPESOR TERRESTRE DE BAJA CALIFORNIA

Realizamos las primeras determinaciones del espesor de la corteza terrestre en Baja California. Las ondas que producen los sismos viajan en todas direcciones, algunas llegan al manto y regresan a la superficie, en donde se





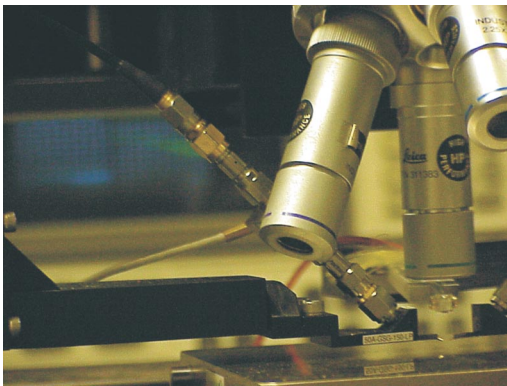
detectan y se mide su tiempo de viaje. Combinando mediciones de muchos sismos y de varias estaciones, determinamos la variación del espesor de costa a costa a la latitud del observatorio astronómico de San Pedro Mártir. La imagen de la corteza en la parte media de la península, también de costa a costa, se obtuvo mediante el procesamiento de ondas electromagnéticas que se originan en las altas capas de la atmósfera. Las mediciones se realizan en la superficie de la tierra y se convierten, mediante procesos matemáticos y computacionales, en imágenes del subsuelo que van desde pocos metros hasta decenas de kilómetros. Desarrollamos parte de la instrumentación y de los procesos matemáticos utilizados.

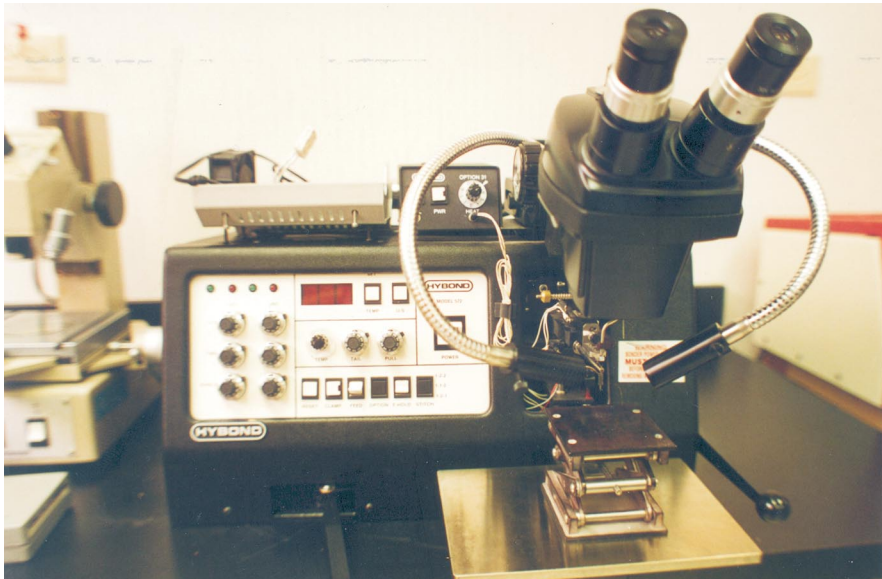
SATEX: INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA E INGENIERÍA ÓPTICA

El proyecto SATEX involucra el diseño, la construcción y operación de un microsatélite experimental por instituciones de educación superior e investigación mexicanas, y representa un importante desarrollo de tecnología espacial en el país. Nació en 1993 bajo el auspicio y la coordinación del entonces Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC), en el marco de los programas de transferencia de tecnología que existían con la compañía Hughes Aircraft, fabricante de los satélites mexicanos “Morelos” y “Solidaridad”, y Ariane Space, la compañía europea lanzadora. Este proyecto, en el que participan el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electrónica (ESIME), el Centro de Investigación en Matemáticas y el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, tuvo como objetivo consolidar la experiencia, el conocimiento y la capacidad de varios ingenieros e investigadores que participaron en los proyectos de los satélites adquiridos a la Hughes. Con el diseño, la construcción y la operación de este microsatélite experimental demostramos las capacidades que tenemos en México en esta área, donde se utilizan tecnologías de punta y controles de calidad muy altos.

CREACIÓN DEL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE ARSENIURO DE GALIO

En 1993, mediante un convenio con el Instituto Mexicano de las Comunicaciones (IMC) construimos un laboratorio de diseño de circuitos integrados de alta frecuencia en tecnología de arseniuro de galio. Este laboratorio, el primero en su tipo en Latinoamérica, fue patrocinado en parte por la Organización de Estados Americanos (OEA) y se creó para difundir las tecnologías de diseño de sistemas de comunicaciones de alta frecuencia entre los países miembros de esta organización. Con la participación económica de la OEA y del IMC adquirimos equipos que complementaron los que ya tenía el laboratorio de altas frecuencias del CICESE, lo cual nos permitió diseñar circuitos integrados de microondas y situó a nuestra institución en un lugar muy importante en este campo tecnológico. La importancia de este laboratorio reside en su capacidad para asimilar, producir tecnología y conocimientos nuevos en el campo de la metrología de alta frecuencia, modelado lineal y no lineal de transistores de bajo nivel de ruido y de potencia fabricados en diferentes





tecnologías. Estas áreas son torales en el diseño de circuitos de alta frecuencia utilizados en los modernos sistemas de comunicación.

ESPARCIMIENTO DE LUZ POR SUPERFICIES Y PARTÍCULAS

Las investigaciones en esta área de la óptica han favorecido la comprensión de los efectos de esparcimiento múltiple que se presentan en superficies, guías de onda y medios no lineales. Asimismo, nos han permitido diseñar difusores con características especiales y proponer aplicaciones en sistemas biológicos, en la industria de pinturas, en microscopía y en la caracterización de superficies.

INVESTIGACIONES EN OPTOELECTRÓNICA

Hemos observado, caracterizado y modelado fenómenos no lineales dentro de guías de onda activas de semiconductor que permiten cambiar la polarización de un haz variando la potencia de otro. También hemos logrado la demostración experimental de dispositivos completamente ópticos, como interruptores, puertas lógicas, convertidores de longitud de onda y memorias tipo *flip-flop*, entre otros.

VISIÓN POR COMPUTADORA

Logramos una nueva metodología para sintetizar el proceso de diseño de detectores de características en imágenes y videos digitales. Esto permite proponer de forma autónoma una función que permite identificar las partes más significativas de una imagen, de tal suerte que puede ayudar en tareas como indexar una base de imágenes para hacer búsquedas en internet. Ésta investigación ya ha sido reconocida internacionalmente en una competencia

CREACIÓN DEL PRIMER GRUPO DE ALTAS FRECUENCIAS EN MÉXICO

Con el establecimiento en 1977 del Plan Nacional de Telefonía Rural en México, fue necesario crear un grupo de especialistas en sistemas de comunicaciones satelitales. Como respuesta a la solicitud de apoyo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para implementar el plan, formamos en el CICESE el grupo de dispositivos de estado sólido, hoy llamado grupo de electrónica de alta frecuencia, para investigar y caracterizar los componentes y dispositivos utilizados en los sistemas satelitales. Por ser el primer grupo consolidado en esta línea de investigación en nuestro país, hemos hecho investigación básica y aplicada para diferentes entidades públicas y privadas, nacionales y extranjeras, incluyendo el Observatorio de Radioastronomía de los Estados Unidos; hemos obtenido patentes y formado maestros y doctores en ciencias.





dedicada a presentar trabajos donde la computadora puede competir con desarrollos propuestos por humanos expertos.

RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL

Propusimos un nuevo paradigma basado en las colonias de abejas para resolver problemas en el área de la reconstrucción tridimensional. Las reconstrucciones que se obtienen permiten a un robot móvil utilizar sus cámaras como sonares. La información obtenida puede utilizarse en la navegación, identificación y reconocimiento de objetos. Esta investigación mereció el premio al mejor artículo científico en el EvoIASP 2006.

REFRACTOMETRÍA

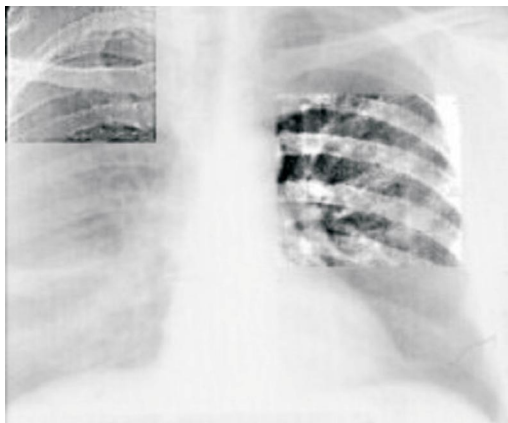
El estudio de métodos para medir la refracción de la luz en un vidrio óptico fue usado por dos países europeos (Alemania y Rusia) para proponer dos normas para la medición del índice de refracción de líquidos.

CONTROL CONMUTADO DE SISTEMAS SUBACTUADOS

Desarrollamos nuevos métodos para controlar sistemas con un número menor de actuadores que grados de libertad (por ejemplo, péndulos invertidos, sistemas con engranajes, helicópteros). A diferencia de los métodos clásicos, éstos consideran efectos no lineales, tales como fricción seca, juego en el acoplamiento en los sistemas mecánicos y otros. La finalidad de los métodos es asegurar mayor precisión y exactitud en el manejo de mecanismos, así como insensibilidad ante disturbios que puedan cambiar su trayectoria. Además, podemos aplicarlos en el control de robots con movimientos complicados y que requieran cierto grado de precisión. Hasta la fecha, la efectividad de los métodos se ha probado experimentalmente con péndulo invertido de dos grados de libertad y un actuador localizado en el laboratorio de control automático.

INVESTIGACIÓN EN FILTROS ADAPTATIVOS

Hemos desarrollado filtros adaptativos que, al ser utilizados para localizar y clasificar objetos de una imagen procesada, producen errores inferiores a los obtenidos por los filtros clásicos. Un ejemplo lo tenemos en la extracción de detalles que, utilizando estos filtros, podemos lograr a partir de la imagen original de rayos X. Los métodos de filtrado adaptativo local en el dominio de la transformada de tiempo corto se utilizan para la supresión de ruido, la restauración de imágenes y el realce con preservación de bordes y detalles de frontera. Los filtros generalmente se implementan sobre una base de tiempo corto, cuando una señal es dividida dentro de su segmento no traslapado o ligeramente traslapado y cada segmento se puede procesar por separado, el procesamiento se lleva a cabo en el dominio de la transformada discreta de Fourier.



INVESTIGACIÓN DEL EFECTO ELECTROÓPTICO EN CRISTALES CON DOMINIOS FERROELÉCTRICOS

Hemos logrado la demostración experimental de dispositivos ópticos (los cuales pueden ser controlados por un haz de luz o un voltaje) que permiten emular el comportamiento de componentes electrónicos digitales utilizados en las computadoras actuales. Nuestro grupo de investigación fue el primero a nivel mundial en crear este tipo de dispositivos controlados por voltaje. Estos estudios permitirán la evolución de las computadoras digitales (las cuales funcionan con electrones) a las computadoras fotónicas (las cuales funcionan con luz).

ESTUDIOS FUNDAMENTALES DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS DE LOS HONGOS

Los hongos y las bacterias son los recicladores de materia orgánica en la tierra. Pero a nivel terrestre, los hongos tienen un peso muy importante, ya que además de reciclar pueden producir enfermedades en algunas plantas. Como institución buscamos entender cómo, de que manera crecen los hongos y, a partir de este conocimiento, estimular los que son buenos e inhibir los que pueden causar daño a los ecosistemas. Nuestro interés está enfocado en el efecto que pueden tener en plantas de cultivo agrícola. A largo plazo, estos estudios contribuirán a un mejor conocimiento del crecimiento de los hongos filamentosos, que podrá aplicarse al diseño de métodos de control apropiados en el caso de hongos patógenos y también a mejorar el crecimiento de hongos de interés biotecnológico.

TÉCNICAS Y EQUIPO PARA ESTUDIOS EN BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR

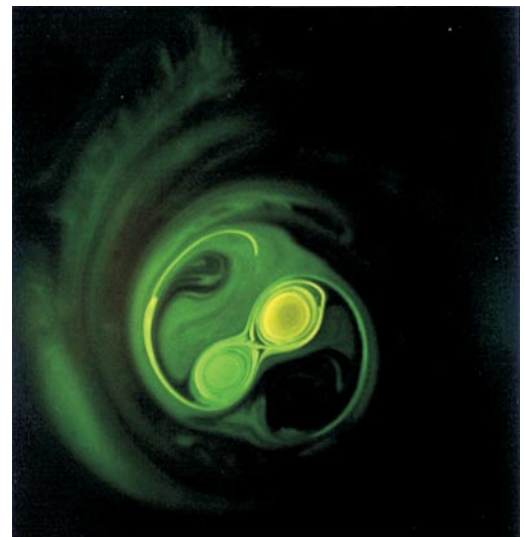
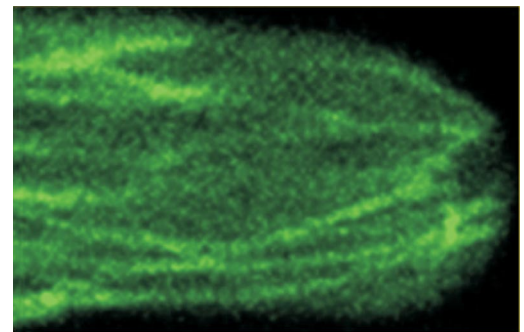
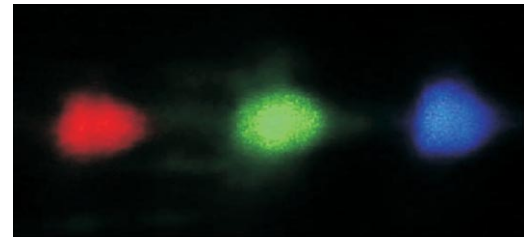
La infraestructura del laboratorio de Microbiología del CICESE, consistente en equipo de laboratorio estándar, equipo de biología molecular, microscopía óptica, microscopía electrónica y equipo y software de análisis de imagen, nos permite plantearnos una meta: la posible creación de un centro regional de microscopía biológica que, en principio, ofrezca servicio a estudiantes y académicos de la región noroeste de México. Actualmente, contamos con equipo, particularmente microscopios de vanguardia, que han dado servicio a investigadores del CICESE y de otras instituciones del centro del país y España.

ESTUDIOS SOBRE LA FÍSICA DEL OCÉANO

Estudiamos el ambiente marino como un sistema físico que responde al forzamiento del sol y de la luna, así como de la atmósfera, la cual interactúa con el océano a través de la superficie del mar. Una vez que el agua está en movimiento, la topografía y la rotación terrestre afectan su trayectoria y dan como resultado movimientos que varían espacialmente desde micras hasta escalas globales, y temporalmente, desde escalas de segundos hasta de varios años. Nuestros oceanógrafos tratan de entender la dinámica de estos

CRISTALES NO LINEALES

Hemos propuesto y fabricado un cristal que permite obtener los tres colores primarios (rojo, verde y azul) a partir de una fuente de luz. Este desarrollo, podría tener aplicaciones en la industria del entretenimiento digital (proyectos de cine, pantallas de televisión, luces, etc.)





movimientos abarcando gran parte del espectro espacio–temporal, y lo hacen de cuatro maneras: experimental, numérica, observacional y teóricamente. Los estudios experimentales se realizan principalmente en el laboratorio de Mecánica de Fluidos, mientras que los investigadores teóricos, numéricos y observacionales realizan mediciones; captan, procesan y analizan información; establecen y prueban modelos, estiman y pronostican eventos en numerosas regiones, entre ellas el mar Caribe, el golfo de México, el golfo de California, la costa y región del Pacífico mexicano, a través de proyectos interinstitucionales como el denominado Estudios del golfo de California (Pato), Canek e Investigaciones Mexicanas en la corriente de California (Imecocal), así como en el territorio de nuestro país. Muy pocas son las instituciones donde puede estudiarse la física del océano y los mares mexicanos en estas cuatro modalidades.

APORTACIONES DE PEDRO RIPA (1946–2001) A LA OCEANOGRAFÍA

En ciencia, igual que en arte, nos produce un gran placer y admiración leer artículos o presenciar conferencias de aquellos que logran explicarnos los procesos de la naturaleza y desentrañar sus fundamentos. Pedro Ripa tenía el don de “oír lo que no se ha oído”, de “ver lo que no se ha visto”, de escuchar los “susurros en el bosque”, por citarlo a él mismo. De entre su vasta producción, destacan los siguientes trabajos: en 1981, en unos *proceedings* del *American Institute of Physics*, publicó un artículo donde relacionó la conservación de vorticidad potencial en fluidos geofísicos con la invariancia de las ecuaciones ante transformaciones de simetría en las “etiquetas” que identifican las partículas de fluido en su formulación Lagrangeana. En 1983, publicó *General stability conditions for zonal flows in a one–layer model on the beta–plane or the sphere*, donde aparece lo que hoy se conoce como “El teorema de Ripa”. Muchos de sus trabajos posteriores extendieron los teoremas de estabilidad utilizando novedosas formulaciones Hamiltonianas de fluidos geofísicos, utilizadas implícitamente en su trabajo de 1983. En 1997, publicó *Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California*, donde formuló la hipótesis de que la variabilidad estacional del golfo de Baja California es gobernada por el océano Pacífico mediante la influencia que ejerce una onda baroclínica de Kelvin. Importantes estudios observacionales se realizan para corroborarla. En su libro *La increíble historia de la malentendida fuerza de Coriolis*, aborda, al más puro estilo ripiano, cuestiones “supuestamente” obvias desde un punto de vista novedoso. Pedro Ripa tenía un estilo de trabajo muy particular pues iba escribiendo sus artículos de investigación al mismo tiempo que realizaba sus cálculos y revisaba la literatura sobre el tema una vez que ya casi lo había terminado. (Resumen de un texto escrito por su colega y amigo Julio Sheinbaum)



PREMIOS Y DISTINCIONES A NUESTROS INVESTIGADORES

Los investigadores del CICESE se han hecho acreedores a 25 premios nacionales e internacionales por la calidad de sus contribuciones, además de que han sido distinguidos con membresías o representaciones en numerosos cuerpos colegiados, agrupaciones científicas, comités y organizaciones afines.

Destacan: premios nacionales de telecomunicaciones, de proyectos creativos y tecnológicos, de oceanografía, de la Academia Mexicana de Ciencias, de excelencia en desarrollo e investigación, estatales (Baja California) de ciencia y tecnología, así como medallas Manuel Maldonado de la UGM, premios Rosenblueth, Luis Enrique Erro y el *International Scientist of the Year* otorgado por la *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*.



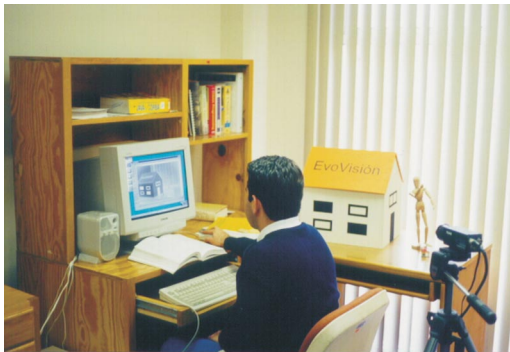


FORMANDO GENTE

HISTORIA DE NUESTROS POSGRADOS

En 1972, comenzamos a impartir cursos de posgrado con diez alumnos egresados de la UNAM, del IPN y de la UABC, y con el reconocimiento de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En 1976, en el CICESE ofrecemos tres programas de maestría: en Oceanografía, en Geofísica, con especialidad en Sismología, y en Física Aplicada, con especialidades en Electrónica y Telecomunicaciones y en Óptica. En 1977, Cecilio Rebollar Bustamante se convierte en el primer graduado del CICESE al obtener su grado de maestro en ciencias en Geofísica, con especialidad en Sismología. En 1987, Martín Celaya Barragán, es el primer doctor egresado del CICESE, al obtener su doctorado en ciencias en Óptica. Hoy en día, el CICESE ofrece 17 programas de maestría y





EGRESADOS

De nuestros programas de posgrado han egresado 1073 maestros en ciencias y 201 doctores, hasta el primer semestre de 2006. De ellos, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores 9% de los maestros y 60% de los doctores. Nuestros graduados se han incorporado, en su mayoría, al sector público y laboran en instituciones de todo el país, Estados Unidos, Sudamérica y Europa.

PERTENENCIA AL PNP

De nuestros 17 programas de posgrado, 16 están inscritos en el Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT, como posgrados de alto nivel.

doctorado en ciencias en Acuicultura, Biotecnología Marina y Microbiología; Ecología Marina; Oceanografía Física; Ciencias de la Computación; Electrónica y Telecomunicaciones; Óptica y Ciencias de la Tierra. Además, tenemos dos posgrados conjuntos, uno con la UNAM en Física de Materiales, maestría y doctorado, y una maestría con El COLEF en Administración Integral del Ambiente.

FORTALECIMIENTO DE OTRAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Con el objeto de consolidar la planta académica y de investigación en ciencias de la computación de la Universidad de Colima, establecimos un programa de actualización y doctorado que consiste en un diplomado y actividades de investigación que se desarrollan tanto en el CICESE como en esa universidad. Participan ocho investigadores del CICESE, quienes impartieron 13 cursos *in situ* en 2004. Once profesores de la UCOL iniciaron el doctorado en el CICESE, de los cuales cinco continúan sus estudios aquí.

Nuestros egresados han fortalecido los cuadros académicos de instituciones como: UABC, UAEDOMEX, UCOL, ITLALAGUNA, UAZAC, IPN, CETYS, TBC, UASIN, UMICH, UNAM, etc. En la Facultad de Ingeniería de la UABC en Ensenada, en la especialización en Electrónica, cien por ciento de los profesores de licenciatura y posgrado son egresados del posgrado en Electrónica y Telecomunicaciones; en la especialización en Computación más de 50 por ciento de los profesores son egresados del posgrado en Ciencias de la Computación; en la Facultad de Ciencias de la UABC en Ensenada, en la carrera de Ciencias de la Computación, más de 50 por ciento de los profesores son egresados de este mismo posgrado, así como cien por ciento del personal con doctorado en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería en Tijuana, en el área de computación.



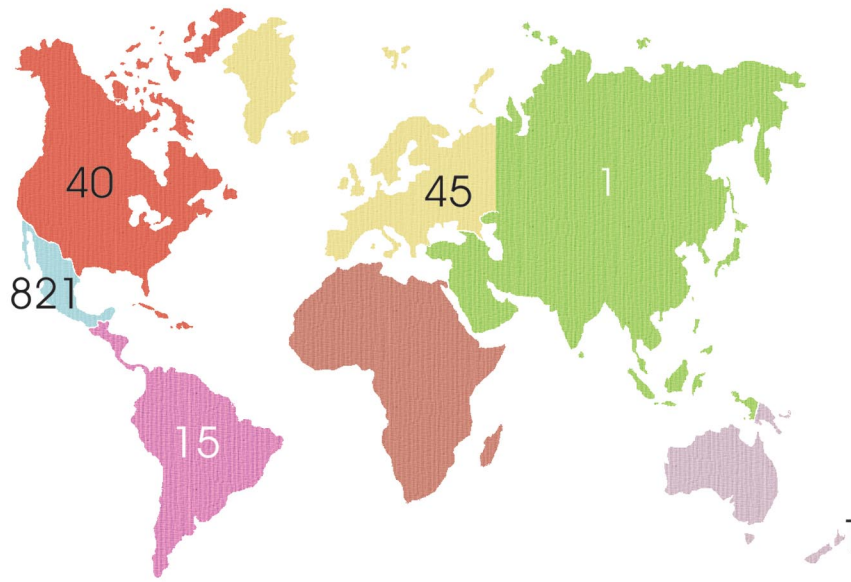
EGRESADOS DEL CICESE EN MÉXICO

(agosto de 2006)



EGRESADOS DEL CICESE EN EL MUNDO

(agosto de 2006)



PREMIOS Y DISTINCIONES A NUESTROS ESTUDIANTES

La excelencia académica de nuestros estudiantes de posgrado —maestría y doctorado en ciencias— ha sido reconocida en México y el extranjero mediante el otorgamiento de más de 15 premios y distinciones. Destacan premios nacionales a mejores tesis de posgrado otorgados por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, la Unión Geofísica Mexicana, la Asociación Mexicana de Malacología y la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática.

También distinciones por presentaciones orales en foros nacionales e internacionales; por ejemplo, en congresos organizados por la Sociedad Mundial de Acuicultura y congresos nacionales de cristalografía, así como por la elaboración de los mejores pósters y artículos presentados en encuentros mundiales, como el *Aquaculture Collaborative Research Support Program*, diferentes emisiones del *European Workshop on Evolutionary Computation in Image Analysis and Signal Processing* y la *Genetic and Evolutionary Computation Conference*.



ACCIONES PARA LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

PROGRAMAS DE LA SEMANA Y EL VERANO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

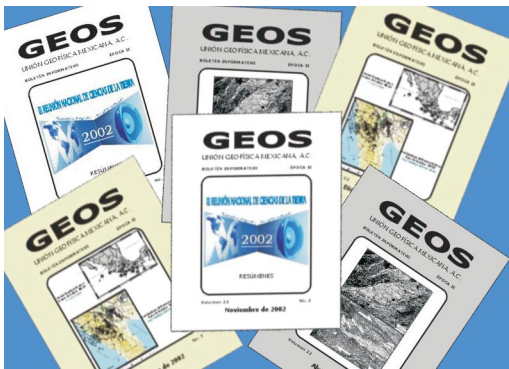
Las colaboraciones con la Academia Mexicana de Ciencias han sido muy exitosas. Desde su principio, en 1990, hemos participado en los programas de la “Semana de la investigación científica” y del “Verano de la investigación científica”, cuyo propósito es captar y estimular el interés de los jóvenes por la investigación. El primero de estos programas consiste en realizar durante una semana del año el mayor número posible de pláticas, charlas y conferencias sobre temas científicos, dirigidas a jóvenes universitarios y bachilleres. El programa del verano consiste en promover la realización de estancias de aproximadamente dos meses de duración para estudiantes de licenciatura, en los más prestigiados centros e instituciones de investigación del país, bajo la supervisión y guía de un investigador en activo.

Para incrementar el número de becas por año y fortalecer las instituciones localizadas en el occidente de México, en 1996 integramos, junto con otras 16 instituciones de educación superior, el “Programa interinstitucional para el fortalecimiento de la investigación y el posgrado del Pacífico” (Programa Delfín), que también promueve estancias de dos meses para estudiantes de licenciatura. En promedio, cada año recibimos alrededor de 30 estudiantes de universidades y tecnológicos de todo el país, quienes realizan su estancia académica durante julio y agosto. Muchos de estos jóvenes se han incorporado a nuestros posgrados y hoy forman parte de la planta científica nacional.

OLIMPIADAS ESTATALES DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Desde 1995 organizamos, en coordinación con la Unión Geofísica Mexicana, las Olimpiadas Estatales de Ciencias de la Tierra. Tomando en cuenta que la educación actual tiende a ser casi escolástica, con muy poca relación con la





COLABORACIONES CON LA UGM

En el CICESE se edita y publica GEOS, una de las dos revistas de la Unión Geofísica Mexicana (UGM). La otra, Geofísica Internacional, se edita y publica en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Desde el CICESE, también se organizan, año con año y en coordinación con otras instituciones, las reuniones anuales de la UGM, en la cual científicos mexicanos y de otros países presentan los últimos avances en el conocimiento de nuestro planeta, en aspectos relacionados con tierra sólida, océanos y atmósfera, así como avances en el conocimiento de nuestro sistema solar. En la misma reunión se promueve la movilidad de estudiantes e investigadores dentro y fuera del país.

vida cotidiana, con estos certámenes pretendemos guiar a los estudiantes hacia formas científicas de pensar y de observar, dejando los detalles para que los busquen ellos mismos. Así, en este evento se aprende, se convive y se premia, según la opinión de los mismos participantes.

TALLER DE CIENCIA PARA JÓVENES

En Ensenada, Baja California, se estudia desde el mundo pequeño de los átomos y moléculas, hasta el Universo enorme de las estrellas y galaxias, pasando por los misterios de la luz y el sonido, los secretos del océano y la inquieta superficie terrestre, el mundo de los seres vivos: desde microbios hasta ballenas, las aportaciones de la electrónica, la robótica, la computación y la biotecnología, entre otras ramas del saber. En este contexto, en 2001, nació el “Taller de ciencia para jóvenes”. Cada año, en promedio, 40 estudiantes de bachillerato de diferentes estados de la república mexicana interactúan con científicos, conocen de primera mano las actividades de investigación que ellos realizan y pasan una semana divertida experimentando y acercándose al mundo de la ciencia. Tres son las instituciones organizadoras: el CICESE, la UNAM y la UABC, sedes Ensenada. Información sobre estos talleres puede consultarse en: <http://www.cicese.mx/tallerjovenes/index.html>

ESTANCIAS PARA GANADORES DEL CONCURSO CIENTÍFICO INTERBACHILLERES

Desde 1983 el Colegio de Bachilleres de Baja California ha organizado un concurso científico en las áreas de biología, física y química entre los estudiantes de todos sus planteles. A partir de 1993, los ganadores de los tres primeros lugares en cada una de las categorías del certamen (experimento, prototipo didáctico y trabajo de investigación), por área, realizan una estancia académica de una semana con nuestros investigadores y técnicos. El objetivo es conocer el trabajo científico y de desarrollo tecnológico que se realiza en esta institución y tratar así de motivar su vocación en estas áreas. Además, seis de nuestros investigadores han estado participando cada año como miembros del jurado calificador en el certamen. En estos 13 años, más de 250 jóvenes estudiantes de bachillerato, provenientes de todo el estado, han realizado una estancia con nosotros.

APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS POR COMPUTADORA

Desarrollamos un programa denominado “Los supersabios”, con la intención de crear uno de los primeros ambiente de aprendizaje colaborativo y lúdico para las matemáticas en México. Hemos presentado esta nueva herramienta de aprendizaje y comentado su potencial a maestros y cientos de jóvenes de secundaria y bachillerato, a través de cursos, talleres y pláticas. Este ambiente de aprendizaje colaborativo ha sido adoptado ya por varias secundarias públicas y privadas de la localidad, y puede ser visitado en esta dirección electrónica: <http://azul.cicese.mx/supersabios/>

ROBÓTICA

Diseñamos un robot semindustrial con la intención de cubrir un nicho vacío que detectamos: la carencia de robots semindustriales para hacer investigación y docencia. Un robot industrial, además de ser muy costoso, es un instrumento tecnológico muy reciente y su fabricante se reserva el acceso a algunas partes internas; no revela los aspectos tecnológicos. Nosotros queríamos justamente lo opuesto: tener un sistema robótico abierto que nos permita hacer cualquier alteración, en particular con los algoritmos de control. Este brazo robótico lo construimos íntegramente en el CICESE, y lo empezamos a comercializar con el Tecnológico de la Laguna en 1999.

ESCUELA DE VERANO EN ÓPTICA Y OPTOELECTRÓNICA

La hemos organizado en los años 2002, 2003, 2004 y 2006. Hemos contado con 62 participantes provenientes de 27 universidades. Muestra a los jóvenes los principios básicos de la óptica y la optoelectrónica, así como su potencial aplicativo y los alienta a emprender una carrera científica en nuestra División de Física Aplicada. (<http://eventos.cicese.mx/verano-optica/>)

SEMANA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Desde 1994, la “Semana nacional de ciencia y tecnología” es un foro que se realiza anualmente en todo el país, por el cual millones de niños y jóvenes mexicanos han podido conocer las múltiples posibilidades que ofrecen las áreas de la ciencia en los campos de la actividad productiva, la investigación científica y la docencia. Su misión es promover la ciencia y proyectarla como pilar fundamental del desarrollo económico, cultural y social de nuestro país. Científicos y tecnólogos del CICESE han participado en todas las ediciones de este evento, a través de ciclos de conferencias, exposiciones, visitas guiadas y otras actividades que se han venido realizando en museos y en escuelas públicas y privadas en las ciudades de Tijuana, Ensenada, Mexicali y Monterrey, así como en otros estados del país. La participación ha sido multidisciplinaria, y gracias a ella hemos podido coadyuvar a promover la ciencia y la tecnología entre la población, y presentar de manera atractiva la relación que existe entre la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana.

ACÉRCATE AL MAR

Para promover los estudios sobre la física del mar, estructuramos este programa dirigido a estudiantes de licenciatura y maestría en áreas afines. Desde hace más de un lustro, becamos a dos o tres estudiantes por año para que realicen aquí una estancia generalmente de dos meses y desarrollen un trabajo de investigación en un tema oceanográfico bajo la dirección de un investigador. Asisten a cursos y seminarios, conocen el ambiente de trabajo de este centro de investigación y, en algunos casos, se integran a nuestros posgrados. La beca es parcial; cubre manutención y parte del pasaje a Ensenada, pero ha resultado un buen instrumento de promoción entre los estudiantes interesados en la oceanografía física. (<http://oceanografia.cicese.mx/acercate.html>)



PROVEEMOS MATERIAL BIBLIOGRÁFICO A TODO EL MUNDO

A nivel internacional, nuestra biblioteca es la sexta más importante en cuanto a petición y surtido de artículos especializados, de acuerdo a estadísticas de la Asociación Internacional de Bibliotecas y Centros de Información en Ciencias Marinas, de la cual impulsamos en 2002 la creación del capítulo latino. Tomando solamente en cuenta las bibliotecas de instituciones latinoamericanas, somos la que presenta mayor número de peticiones y entregas. El material que surtimos (artículos difíciles de conseguir) lo escaneamos y enviamos en formato digital a diferentes partes del mundo; de igual manera nos surten a nosotros. Esta asociación la integran 70 instituciones y tiene más de 30 años de haberse creado. Del total de solicitudes de material bibliográfico, 80 por ciento corresponden a instituciones de México y Latinoamérica.



NUESTRA INFRAESTRUCTURA

INFRAESTRUCTURA MATERIAL

En poco más de 30 años, el CICESE se transformó. De ser un modesto proyecto que ocupaba cuatro locales rentados en el centro de Ensenada, nos hemos convertido en una institución consolidada que hoy es referencia en el contexto científico nacional. Nuestro crecimiento ha sido continuo y permitió integrar una verdadera ciudad universitaria gracias a la cohesión lograda con otras instituciones académicas, principalmente con la UABC y la UNAM; crecimos junto con ellos y hoy compartimos el campus. Nuestra infraestructura material comenzó a destacar en 1977, cuando inició la construcción del primer edificio propio. Hoy contamos con ocho modernos edificios que albergan 113





laboratorios, 13 aulas, 359 cubículos, una biblioteca especializada, tres auditorios, siete talleres, estacionamientos y áreas verdes, que ocupan 2.23 de las 15 hectáreas de terreno propiedad del centro. Nuestra infraestructura material incluye equipo de supercómputo y conectividad a Internet 2, así como el buque oceanográfico *Francisco de Ulloa*, redes de instrumentación sismológica y oceanográfica, una toma de agua de mar para experimentar con organismos acuáticos, microscopios electrónicos y unidades foráneas (La Paz y Monterrey, principalmente) que han permitido extender nuestras actividades académicas a otras regiones de México.

UNIDADES FORÁNEAS

A partir de 1996, comenzó un programa de expansión de la base científica y tecnológica del CICESE y de sus campos de estudio, a través de la creación de unidades foráneas. A diez años, contamos con una unidad ubicada en La Paz, Baja California Sur, donde se realizan investigaciones en ecología, meteorología, oceanografía y sismología; otra en Monterrey, Nuevo León, donde contamos con laboratorios de fotónica aplicada y nanoóptica; la itinerante Estación Pacífico del Occidente de México, donde investigamos en coordinación con El Colegio de México y El Colegio de Michoacán, las actividades económicas exclusivas de las regiones litorales y costeras (pesca, turismo y el desarrollo portuario) y las condiciones físicas costeras en los litorales de Michoacán, Colima y Jalisco. También contamos con oficinas de representación en Tijuana, Baja California, para estudios sísmicos, y en la ciudad de México, en la sede de la Academia Mexicana de Ciencias.



RECURSOS COMPUTACIONALES: UN APOYO PARA LA INVESTIGACIÓN

SE CREA EL CENTRO DE CÓMPUTO

En 1975, se creó el Centro de Cómputo Electrónico del CICESE, uno de los primeros en su tipo en todo el país. Operó las dos primeras computadoras que tuvo el CICESE: una Wang 700 adquirida en 1972, con 1.5 Kb de RAM, impresora, graficador y una unidad de casete correspondiente a 15 minutos de cinta. La pantalla de despliegue era de una sola línea. Su despliegue visual era en bulbos que alojaban en sus circuitos las componentes de los números. Y la segunda fue una Nova Jumbo 1200 de tiempo real, que tenía 16 Kb de RAM, disco duro de 1Mb, discos removibles de 1.6 Mb, unidad de cinta magnética, lectora rápida de cinta perforada y tarjeta digitalizadora. Costó 20 mil dólares (\$12.50 por dólar) en 1973 y pesaba aproximadamente 500 kilogramos. Cuando se apagaban estas máquinas, sus datos en memoria quedaban intactos, debido a que eran de ferrita.

LA PRIMERA MINICOMPUTADORA DE MEMORIA VIRTUAL EN LATINOAMÉRICA

La primera minicomputadora de memoria virtual y tiempo compartido de Latinoamérica fue adquirida en 1977 por el CICESE. Era una Prime 400 Wire-Wrap con 512 Kb de RAM y disco duro de 80 Mb. Su tarjeta madre estaba alambrada a mano. Su costo: 450 mil dólares, sin equipos periféricos. Este equipo, que fue polo de atracción para investigadores y estudiantes, era prácticamente un producto de laboratorio.

PRIMERA RED SISMOLÓGICA CON TELEMETRÍA DIGITAL

A raíz de un convenio que establecimos con el Instituto de Investigaciones Eléctricas para realizar un estudio sismológico pasivo en la zona geotérmica de Cerro Prieto, en 1977, diseñamos y construimos la primera red digital telemetrizada de sismógrafos en el mundo, utilizando una computadora Prime 350 que se adquirió ese año. El diseño de esta red ganó el Premio Nacional de Telecomunicaciones Indetel.

PRIMERA RED DE CÓMPUTO EN LATINOAMÉRICA

La primera red de cómputo en Latinoamérica operó en el CICESE en 1977, con un sistema propietario Prime Net-Token Pass que permitió conectar la Prime 400 con la Prime 350. Esta red permitía únicamente compartir archivos, utilizar los discos de una y otra máquina y *login* remoto. En 1978, se hicieron los primeros enlaces de acceso remoto en el CICESE, ya que había unidades de servicio en edificios distribuidos en varias partes de la ciudad de Ensenada que lo requerían, así como la UABC.





PRIMERAS ESTACIONES DE TRABAJO EN LATINOAMÉRICA

En 1986, operamos las primeras estaciones de trabajo de Latinoamérica, al adquirir por 80 mil dólares una Apollo Domain con red Token Ring propietaria y un procesador Motorola 68020. El famoso sistema Unix bajo Domain era uno de sus ofrecimientos. Además, ponía en el escritorio del usuario todo el poder que una minicomputadora le podía dar. Al año siguiente, se integró la primera red de estaciones de trabajo con sistema operativo Unix, enlazadas mediante “Ethernet”

LAS PRIMERAS ESTACIONES SUN EN LATINOAMÉRICA

En 1988, arribó al CICESE el primer servidor Sun, el Server 3/260, y las primeras estaciones de trabajo Sun 3/50 con procesadores Motorola 68020 y 4Mb de RAM sin disco. La compañía Sun Microsystems proveía una tecnología abierta y era de origen académico (Stanford University), por lo que representaban un enfrentamiento para Apollo. Las Sun del CICESE, que también alojaban al sistema operativo Unix, fueron las primeras que se introdujeron en Latinoamérica. En ese momento, los primeros administradores de red del sistema Unix trabajaban en el CICESE.

INTERNET Y SUPERCÓMPUTO, GRACIAS A FIBRA ÓPTICA Y TECNOLOGÍAS DE RED

La primera red de fibra óptica con dorsal en una institución mexicana fue diseñada e instalada por personal del CICESE en 1989. Esto permitió dos cosas relevantes: a) conectarse a la red de la UNAM, a través del Instituto de Astronomía (Observatorio Astronómico Nacional) en Ensenada, siendo así la segunda institución mexicana con conectividad a Internet (con dirección IP y dominio “cicese.mx”), y b) conexión vía satélite al centro de supercómputo de la Universidad de California en San Diego, en la Jolla, California. Estas tecnologías de red que se desarrollaban en el CICESE a finales de la década de los ochenta y principios de los noventa, estaban a la par de las que se desarrollaban entonces en Estados Unidos y Europa.

SUPERCOMPUTADORAS PROPIAS

El CICESE fue la segunda institución mexicana que contó con una supercomputadora al adquirir, en 1997, una Silicon Graphics Origin 2000, con 10 procesadores R10000 de 195 MHz cada uno, con 4 MB de memoria caché y un total de memoria RAM de 1 GB. En 2002 adquirimos nuestra segunda supercomputadora, una Sun Fire 4800 de ocho procesadores Ultra Sparc III de 900 Mhz, y cinco estaciones de trabajo Sun Blade 1000 que, al conectarse a través de una PC enrutadora con dos interfaces 10/100 Mbps y un switch de 100 Mbps, dieron origen a nuestro primer clúster denominado “Tribus”. Para incrementar nuestra capacidad en cómputo de alto desempeño, en 2006 integramos un segundo clúster, “Cataviña”, para modelar numéricamente la circulación oceánica y atmosférica. Se trata de un conglomerado tipo *beowulf*



formado por 20 nodos, cada uno con cuatro procesadores Opteron de 1.75 Ghz y 4Gb de RAM, para una eficiencia nominal de 280 GFlops.

OTRAS COLABORACIONES EN CÓMPUTO

Respecto al acceso a otras redes de datos o de cómputo, hemos sido socios fundadores de la Sociedad Internet de México, de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), coordinamos la red nacional de videoconferencias y telefonía IP de los centros CONACYT, somos coorganizadores del proyecto de la Grid Académica Mexicana (Gram) y colaboradores del proyecto *Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly* (Pragma).



CONVENIOS Y COLABORACIONES ACADÉMICAS

En poco más de tres décadas, el CICESE ha firmado convenios de colaboración con más de cien universidades, instituciones de investigación, dependencias de los tres niveles de gobierno, empresas, asociaciones civiles, sociedades anónimas, museos y otros organismos nacionales y extranjeros.

Por su origen, el CICESE mantiene estrechos vínculos con la UNAM, particularmente con el Observatorio Astronómico Nacional y con el Centro de Ciencias de la Materia Condensada, que están en Ensenada, y con la Universidad Autónoma de Baja California. Además, por su cercanía con California, Estados Unidos, hemos colaborado estrechamente con el Instituto de Oceanografía Scripps y la Universidad de California, en sus sedes en San Diego, Santa Bárbara y Riverside.

También colaboramos, entre muchas otras más, con las siguientes instituciones en México y el extranjero:

EN MÉXICO:

Academia Mexicana de Ciencias
Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)
Autoridades municipales de Mexicali, Tijuana y Ensenada, Baja California, y de Puerto Peñasco, Sonora, y Zapopan, Jalisco.
Cámara Nacional de la Industria Pesquera
Colegio de México
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y con los otros 26 centros que integran el sistema Conacyt.
Centro de Productividad de la Industria Electrónica de Baja California (PRODUCEN)
Comisión Federal de Telecomunicaciones
Consejo de Recursos Minerales
Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI)
Chevron Texaco de México
Sempra - Energía Costa Azul
Sony México
Panasonic México
Programa de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín
Gobiernos de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Distrito Federal, Jalisco y Nuevo León, entre otros
Instituto Mexicano del Seguro Social
Instituto Politécnico Nacional, con diversos centros de investigación y de estudios avanzados
Instituto Bioclon, S.A. de C.V.

Institutos tecnológicos de Mazatlán, Guaymas, Minatitlán y Mexicali, entre otros
Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA)
Numerosas secretarías de estado y sus organismos desconcentrados
Sistema de Transporte Colectivo "Metro"
Numerosas universidades estatales

EN EL EXTRANJERO:

Aalborg University, Denmark
Binational English & Spanish Telecommunication Network
British Council
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), France
Centro Internazionale di Fisica Teorica "Abdus Salam" (ICTP), Trieste, Italia
Comité Oceanográfico Nacional de Chile
Compañía administradora "Sozvézdiye", Rusia
COVX Pharmaceuticals, Inc.
École Centrale de Nantes
European Union
European Space Agency
IAEA Marine Environment Laboratory (IAEA-MEL), Mónaco
Instituto Antártico Argentino
Instituto del Mar del Perú
Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Cuba
Inter-American Institute for Global Change Research
Japan International Cooperation Agency (JICA)
LASPAU: Academic and Professional Programs for the Americas, Harvard University
Los Angeles Zoo
Maryland Biotechnology Institute
Nacional Oceanic and Atmospheric Administration NOAA (EUA)
NASA - Jet Propulsion Laboratory
Organización de los Estados Americanos, a través de la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo
Massachusetts Institute of Technology (MIT)
Museum of Natural History "Orma J. Smith"
National Science Foundation NSF (EUA)
Rand Afrikaans University
Royal Dutch/Shell Group
San Diego Natural History Museum

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
State University of New York
Stony Brook University
Texaco Inc.
The Institute of the Americas
The Netherlands Research Centre for Integrated Solid Earth Sciences
The United States Geological Survey, Department of the Interior (EUA)
The Zoological Society of San Diego (EUA)
Unesco
United States Department of Agriculture
Universidad de Concepción de Chile
Universidad de Costa Rica
Universidad de Málaga, España
Universidad de Santiago de Compostela, España
Universidad de Virginia
Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil
Université de Nantes
University of California
University of California Institute for Mexico and the United States (UC MEXUS)
University of Hong Kong
University of Manitoba
University of Washington
Woods Hole Oceanographic Institute
World Wildlife Fund. Inc.

FOTOGRAFÍA DE LA PORTADA:

Bahía de las Ánimas, Enrique Botello

DISEÑO DE LA PORTADA:

Álvaro Armenta Ramade

IMAGEN DE INTERIORES:

Álvaro Armenta, Alejandra Baez, Benjamín Barón, Ulises Cruz, Roger Cudney, Luis Delgado, Marisa Echevarría, Ernesto Franco, Teresa Frías, Cristian Gallardo, Norma Herrera, Vitaly Kober, Thomas Kretzschmar, Lydia Ladah, Facundo Márquez, Sergio Mayer, Octavio Meillón, Rosa Mouriño, Antonio Navarro, Gustavo Olague, Alessio Omassi, Enrique Pacheco, Jesús Paniagua, Pedro Peña, Sergio Ramos, Pedro Ripa, Elizabeth Rubi, Armando Valenzuela, F. Vanessa, Oscar Velasco, Mike Wallace.

Esta obra se terminó de imprimir en septiembre de 2006
en Color Tec Internacional, S.A. de C.V.
Av. de los Pollos 2000, Fracc. José Sandoval
22105, Tijuana, B.C.
La edición consta de 2000 ejemplares

