

### **11.3 Informe sobre los resultados obtenidos e impacto de los proyectos desarrollados con los recursos PEF e IFE correspondientes a la convocatoria "Fortalecimiento y Consolidación de los Centros Públicos de Investigación CONACyT, 2009".**

#### **Nombre del proyecto: Laboratorio de Innovación MEMS (LIMEMS)**

Objetivo estratégico del Programa a Mediano Plazo:

Contar con un laboratorio (LIMEMS) que permita la fabricación de prototipos de dispositivos semiconductores, sensores, circuitos integrados y MEMS, para el desarrollo de una tecnología nacional de fabricación y procurar soluciones a problemas de la industria electrónica. Al mismo tiempo preparar en este laboratorio a investigadores, profesores especialistas, expertos y técnicos en el área de Microelectrónica, sensores de estado sólido y MEMS dentro de los programas de posgrado en Electrónica del INAOE.

Este proyecto consistió de 3 objetivos particulares que se listan a continuación:

1. Completar la instalación de los sistemas de depósito de metales y grabado en seco.
2. Completar el área de tratamientos térmicos (TT).
3. Completar la sección de gases de proceso.

Con la realización de estos objetivos, se podrá ya contar con un laboratorio que pueda iniciar la fabricación de prototipos de MEMS.

Estado actual del proyecto.

El total del apoyo solicitado no estuvo disponible de acuerdo a lo planteado en el proyecto. Aproximadamente un 23% del presupuesto estuvo disponible para la realización de los objetivos mencionados al mes de agosto de 2009. El resultado de esta falta de fondos fue un retraso generalizado del plan de compras e instalación del equipo. De tal manera, que se procedió a la compra de material de acuerdo al presupuesto disponible, dando prioridad a los equipos que pudieran ser completados de inmediato. Así se completo el sistema "Asher", para eliminación en seco de orgánicos. Equipo al que se dotó de bombas de vacío, cámara de cuarzo y aceites para las respectivas bombas. Este equipo ya se encuentra operando.

El resto de esta ministración parcial, se dedicó a la compra del sistema de inyección y prefiltrado de aire para completar el ambiente adecuado para el proceso de soldadura de manifolds.

El resto del financiamiento estuvo disponible hasta el mes de diciembre de 2009, por lo que se procedió a la realización de las compras mencionadas en el proyecto. Estas se han realizado en su totalidad y se ha ejercido completamente el presupuesto asignado.

Hemos recibido ya el total de las bombas de vacío solicitadas y los respectivos aceites para completar la sección de depósito de películas delgadas y grabado en seco. Ya tenemos todo el material para completar el área de gases de proceso, quedando solo por recibir todo el material de cuarzo (se espera para finales del mes de marzo) necesario para completar la sección de tratamientos térmicos.

El resultado final es que el LIMEMS será ya inaugurado el día 19 de abril de 2010, con todas sus secciones y áreas de trabajo completas para así dar inicio al proceso de puesta a punto del equipo y la consecuente fabricación de dispositivos semiconductores, circuitos integrados y MEMS. Lo que implica que el presupuesto ejercido ha sido empleado en su totalidad en el cumplimiento del objetivo propuesto y alcanzado en este proyecto.

### **Nombre del proyecto: Renovación de la infraestructura científica para la docencia, el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada**

Objetivo estratégico del proyecto:

Renovar, modernizar y actualizar la infraestructura científica y tecnológica del Instituto para mejorar, cualitativa y cuantitativamente, la formación de recursos humanos, fomentar el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada y su transferencia a la sociedad, a través de la industria nacional y de las entidades gubernamentales, tanto federales como estatales.

### **Justificación del proyecto:**

El desarrollo acelerado de la ciencia, de la tecnología y de la informática requiere de una constante renovación de los laboratorios, de las computadoras, de la red informática y de la infraestructura subyacente. El rezago en estas áreas, condena a las instituciones de investigación, y eventualmente al país, a mantenerse al margen de los adelantos que permiten mejorar la calidad de vida, generar empleo y combatir la pobreza; el atraso nos condena, como nación, a mantenernos en el subdesarrollo y a no ser competitivos.

Dos aspectos son fundamentales para mantener a la institución a la vanguardia nacional: El equipamiento de los laboratorios y talleres, y la infraestructura informática.

Laboratorios modernos y bien equipados son fundamentales para que los estudiantes adquieran conocimientos que les permitan ser competitivos en el nivel internacional y

desarrollar la tecnología y la ciencia aplicada que se requiere para resolver los problemas fundamentales de nuestra sociedad y terminar con la marginación y la pobreza. Mediante este proyecto, tres áreas de alto contenido social y de desarrollo económico industrial se fortalecerán: la nanoelectrónica, la robótica y la aplicación de la óptica a la medicina. Se modernizarán también laboratorios y talleres directamente relacionados con la docencia, el desarrollo tecnológico y el servicio a la industria: El laboratorio de diseño mecánico, el laboratorio de colorimetría y el taller de aluminizado del observatorio de Cananea. El desarrollo de detectores de muy alta sensibilidad y el estudio de los efectos de los rayos cósmicos y radiaciones gama en la salud humana, así como problemas fundamentales de ciencia básica, podrán ser abordados con el desarrollo del detector Cerenkov y el radiotelescopio RT5.

La formación de redes de investigación se fundamenta en la comunicación; la comunicación actualmente en la ciencia y la tecnología, se realiza a través de las redes de computadoras. Urge la modernización y ampliación del equipo de red del Instituto. Requerimos comprar ruteadores (routers), conmutadores (switches), concentradores y servidores para poder fomentar la colaboración interna y la formación de redes de investigación, que a su vez permitan la transferencia de la ciencia y la tecnología a la sociedad.

Objetivo particular O1: Modernizar el laboratorio de películas delgadas

Resultados obtenidos:

Todas las metas programadas se alcanzaron, el equipo de alto vacío se compró cuidando satisfacer las necesidades de la institución; se instaló y se verificó el funcionamiento, resultando exitosas todas las pruebas, y actualmente el equipo está en uso constante.

Los indicadores de impacto se consiguieron, ya que se graduaron dos estudiantes de maestría, también se graduó un estudiante de doctorado, que esperaba este equipo para concluir su trabajo. Se terminaron dos artículos y se enviaron a publicar, así como la presentación de algunos resultados en un congreso internacional.

Objetivo particular E1: Instalación de la Sala de Optoelectrónica

Este objetivo se cumplió a través de la adquisición de equipo especializado para comunicaciones por fibra óptica, consistente básicamente en un kit educativo de fibra óptica, el cual incluye, además del equipo, alrededor de una docena de proyectos educativos. Adicionalmente se adquirió mobiliario de laboratorio para alojar este equipo y otras ya existentes en el mismo.

Debido a la fecha de ministración de los recursos, para este objetivo (así como para los demás) el indicador de impacto fue cumplido parcialmente al estar referido al 4to trimestre de 2009 solamente. En ese periodo, se atendieron en este laboratorio con el

equipo adquirido a 7 estudiantes de maestría de nuevo ingreso de la especialidad de comunicaciones de la maestría en electrónica y 3 residentes profesionales de licenciatura. Asimismo, 1 curso del programa de maestría hizo uso de este laboratorio.

#### Objetivo particular E2: Instalación de la Sala de Comunicaciones

Este objetivo se cumplió con la adquisición de equipo especializado para comunicaciones, componentes y mobiliario de laboratorio. Este equipo permite hacer mediciones en un rango más amplio de frecuencias, y los componentes consistieron en accesorios que permiten utilizar varios instrumentos de medición del laboratorio con mejores prestaciones. El indicador de impacto fue cumplido parcialmente al estar referido al 4to trimestre de 2009 solamente. En ese periodo, se atendieron en este laboratorio, con el equipo adquirido, a 7 estudiantes de maestría de nuevo ingreso de la especialidad de comunicaciones de la maestría en electrónica, a 6 estudiantes de maestría de segundo año, a 4 estudiantes doctorales y 3 residentes profesionales de licenciatura. Asimismo, 2 cursos del programa de maestría y al menos 1 curso del doctorado hicieron uso de este laboratorio. Adicionalmente 4 tesis doctorales en desarrollo han utilizado las instalaciones de este laboratorio.

#### Objetivo particular E3: Instalación de la Sala de Diseño de Sistemas de

##### Comunicaciones de Altas Frecuencias

Este objetivo se cumplió a través de la adquisición de kits de enseñanza de radiofrecuencia y mobiliario de laboratorio. Los primeros han permitido fortalecer los conocimientos prácticos de los estudiantes del área de comunicaciones de la maestría en electrónica.

Debido a la fecha de ministración de los recursos, el indicador de impacto fue cumplido parcialmente al estar referido al 4to trimestre de 2009 solamente. En ese periodo, se atendieron en este laboratorio con el equipo adquirido a 7 estudiantes de maestría de nuevo ingreso de la especialidad de comunicaciones de la maestría en electrónica, a 6 estudiantes de segundo año y 5 residentes profesionales de licenciatura. Asimismo, 2 curso del programa de maestría hicieron uso de este laboratorio. También, 2 tesis doctorales en desarrollo han utilizado las instalaciones de este laboratorio. Por último, un estudiante de la Coordinación de Óptica utilizó estas instalaciones para realizar mediciones específicas, lo que subraya el carácter institucional del laboratorio.

#### Objetivo particular C1: Investigación y desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Análisis de Señales Biomédicas Basado en Computación Ubicua

La Coordinación de Ciencias Computacionales ha tenido buenos resultados a partir del material adquirido para cada uno de los laboratorios beneficiados, que a su vez ha

otorgado material adecuado para el desarrollo de investigación y dio como resultado publicaciones en artículos arbitrados en revistas internacionales, participación en congresos internacionales altamente reconocidos, así como el desarrollo y culminación de tesis tanto de doctorado como de maestría.

La Coordinación de Ciencias Computacionales se ha visto beneficiada en cuanto a la posibilidad de analizar adecuadamente las señales a partir de su visualización gráfica, con los pósters y documentos impresos en el Plotter HP DESIGNJET T1100 PS, asignado al uso de los investigadores y estudiantes para presentaciones en congresos, conferencias y avances de tesis, así como los diagramas, planos y las propuestas de proyecto científicos y de desarrollo tecnológico.

De esta manera podemos describir con detalle los resultados en cada laboratorio:

El Laboratorio de Robótica recibió robots programables iRobot Crate y accesorios para programarlos (módulo de programación, cable serial, display) y para equiparlos para transmisión de datos (adaptador bluetooth, interfaz para conexión bluetooth, control remoto y módulo de conexiones) que han permitido el desarrollo de proyecto de computación ubicua en donde se cuenta con sensores en el ambiente que perciben señales de los humanos y transmiten periódicamente dichas señales a servidor para su procesamiento. Así mismo permiten la realización de prácticas del curso de Introducción a la Robótica, y de proyectos que involucran la interacción multirobot usando robots de servicio de bajo costo, para tareas de búsqueda de objetos en ambientes domésticos. Los puntos de acceso han permitido la realización de investigación que incluye la programación de dispositivos inalámbricos que requieren comunicación constante con computadoras fijas del laboratorio que funcionan como servidores. Esto incluye grupos de robots móviles y asistentes personales de tipo Pocket PC, que por la red inalámbrica del instituto, transmiten constantemente grandes volúmenes de información, como video, imágenes y datos biomédicos como mediciones del pulso cardíaco. Con el punto de acceso anterior la comunicación a la red inalámbrica del instituto variaba mucho, y la transmisión de datos no era confiable, lo que imposibilitaba su adquisición y análisis en línea. En total, el año anterior se graduaron 1 doctores y 4 maestros en ciencias. Los resultados de investigación obtenidos con el uso de este equipo se reportaron en 7 artículos de revista y 15 de congreso internacional.

El Laboratorio de Visión por Computadora obtuvo un microscopio óptico Carl Zeiss (con diferentes objetivos: 10x, 40x y 100x) con fototubo para acoplarle una cámara digital. Actualmente contamos con una base de datos de imágenes digitales de muestras de frotis de médula ósea tomadas con un microscopio Carl Zeiss con diferentes objetivos: 10x, 40x y 100x conectado a una cámara digital y a una computadora, para la obtención de prototipo de visualización de leucemia a partir de imágenes, de esta manera se logró la base de datos que consiste de 1,028 imágenes de 74 pacientes. De estas imágenes, 415 corresponden a leucemia linfoblástica aguda (ALL) y 613 a leucemia mieloblástica aguda. Entre los productos que se han generado

con esta base de datos se graduaron 3 maestros en ciencias. Los resultados de investigación obtenidos con el uso de este equipo se reportaron en 2 artículos en revista, 4 en congreso, un capítulo de libro especializado como coautor y 2 artículos aceptados en congresos internacionales.

Cabe mencionar que con todos los elementos anteriormente mencionados nos permite contar con un alto nivel en la formación de los recursos humano, lo que a su vez redundará en mantenernos dentro del Padrón Nacional de Posgrados de CONACyT, con miras a llegar ser de calidad internacional.