

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGIA**

**RESUMEN DE ACTIVIDADES 2014-2018
DR. OSCAR EDEL CONTRERAS LOPEZ**

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes del actual Centro de Nanociencias y Nanotecnología se remontan a la creación del **Laboratorio de Ensenada del Instituto de Física (LEIF)**. El proyecto para establecer el Laboratorio de Ensenada del Instituto de Física de la UNAM fue presentado al Rector, Dr. Guillermo Soberón Acevedo, el 9 de noviembre de 1979.

Para el inicio de las actividades de investigación, se reubicaron a Ensenada algunos equipos del Instituto de Física, como el microscopio electrónico de transmisión de alta resolución (HRTEM), el espectrómetro de fotoelectrones de rayos x (XPS), el espectrómetro de electrones de baja energía (LEED) y se adquirió un microscopio de barrido con espectroscopia Auger (SAM). La posición geográfica del LEIF, cercana a la frontera con el estado de California de los Estados Unidos de América (EUA) fue definitivamente favorable para optimizar la reposición de refacciones y consumibles necesarios para el mantenimiento de esos equipos científicos altamente especializados. Posteriormente, en 1984 se establece el **Posgrado en Física de Materiales (PFM)**, en colaboración con el CICESE y en el transcurso de los años se convirtió en el posgrado que mayor número de recursos humanos ha formado en relación al estudio de los materiales en el país. Más del 70% de los egresados del PFM se encuentran registrados en el Sistema Nacional de Investigadores.

La combinación del factor humano de excelencia con una infraestructura de primer nivel hizo que la producción científica de alta calidad creciera rápidamente ubicando al LEIF como un lugar reconocido en el estudio de fenómenos relacionados con la materia condensada. Este reconocimiento permitió que en la década de los años noventa se construyeran nuevas instalaciones y se lograra adquirir equipo nuevo como, el sistema de ablación láser con análisis por espectroscopia de fotoelectrones de rayos x (XPS) y de electrones Auger (AES), para el crecimiento controlado de películas delgadas a nivel de capas atómicas, y el de difracción de rayos-x, con apoyos del CONACYT y la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, respectivamente. La madurez científica alcanzada por la comunidad del LEIF así como la amplitud de sus instalaciones motivaron la gestión de un proyecto institucional de creación de un Centro de Investigación.

1.1. Creación del Centro de Ciencias de la Materia Condensada

El Centro de Ciencias de la Materia Condensada fue creado por acuerdo del Consejo Universitario, el 2 de diciembre de 1997, con el objetivo general de realizar investigación científica de excelencia, tanto teórica como experimental, básica y orientada a la aplicación tecnológica, en temas de frontera en el campo de las ciencias de la materia condensada. Se puso particular énfasis en promover el desarrollo regional y nacional, comprometiendo sus esfuerzos en la formación de recursos humanos del más alto nivel en las áreas, disciplinas y técnicas comprendidas en las ciencias de la materia condensada.

La vocación esencial del Centro se fundamentó en los siguientes objetivos específicos:

- a) Realizar investigación básica y aplicada en las ciencias de la materia condensada y disciplinas afines con el propósito de generar conocimiento y propiciar aplicaciones tecnológicas asociadas a nuevos materiales.
- b) Formar investigadores y personal especializado del más alto nivel en las áreas, disciplinas y técnicas que comprenden las ciencias de la materia condensada.
- c) Ofrecer servicios de investigación científica, análisis, caracterización, asesoría y asistencia técnica en las áreas de su competencia.
- d) Difundir los trabajos que se realicen.

Las principales contribuciones científicas del CCMC fueron relacionadas con el estudio teórico y experimental de nuevos materiales, los métodos de síntesis, la caracterización de su estructura y la determinación de sus propiedades.

1.2. Creación del Centro de Ciencias y Nanotecnología

Sin embargo, en los años subsecuentes (1998-2007), las investigaciones científicas adquirieron un especial énfasis en el estudio teórico y experimental de las propiedades fisicoquímicas de los materiales a pequeña escala; **los nanomateriales**. Esta tendencia promovió a su vez un impulso hacia el desarrollo de diversas técnicas de síntesis de nanomateriales con particular interés en aplicaciones innovadoras; la nanotecnología. La comunidad científica adquiere un nuevo enfoque y como resultado se gestiona y se propone el cambio de nombre de la dependencia a uno más representativo de las actividades propias de investigación. El Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN) se crea el 28 de marzo de 2008 por acuerdo del Consejo Universitario como resultado del cambio de denominación del anterior Centro de Ciencias de la Materia Condensada.

2. MISIÓN Y OBJETIVO DEL CNyN

El objetivo general del CNyN es realizar investigación científica de excelencia, tanto teórica como experimental, básica y orientada a la aplicación tecnológica, en temas de frontera en el campo de la nanociencia.

Asimismo, dar entrenamiento multidisciplinario a los jóvenes investigadores e ingenieros y vincularnos con instituciones de nuestro entorno, particularmente en el estado de Baja California y Sonora, donde hay polos importantes de investigación e innovación tecnológica.

3. INVESTIGACIÓN

EL Centro realiza su investigación a través de **seis departamentos de investigación**, abordando el estudio de los materiales a través de sistemas, objetos o fenómenos que ocurren en tamaños de unos pocos (10-100) nanómetros. Entre los temas principales de investigación por departamento se puede destacar:

1. **Depto. de Bionanotecnología:** *Nuevos sistemas híbridos nanométricos resultantes de la combinación de sistemas biológicos (naturales y/o sintéticos) con materiales inorgánicos para el manejo de energía.* ([Proyecto de creación aprobado en CTIC-1509 del 12 de mayo de 2016](#)).

2. **Depto. de Física:** Descripción de los mecanismos de transporte de carga y espines (electrones de espín polarizado) a través de estructuras cuánticas y nanomateriales.
3. **Depto. de Fisicoquímica de nanomateriales:** Investigación de las propiedades físicas y químicas, así como su síntesis, de materiales ingenieriles novedosos (películas delgadas y nanopartículas) con potencial aplicación tecnológica,
4. **Depto. de Materiales Avanzados:** Materiales avanzados con propiedades piezoferrólicas y multiferroicas con aplicaciones tecnológicas potenciales en memorias de computacionales, supercondensadores, transductores, entre otros.
5. **Depto. de Nanocatálisis:** Diseño de nanomateriales y catalizadores novedosos, orientados al cuidado del medio ambiente.
6. **Depto. de Nanoestructuras:** Fabricación, caracterización y modelado teórico de materiales nanoestructurados y dispositivos.

3.1. Proyectos emblemáticos de Investigación y desarrollo de tecnología

En actividades de investigación, vinculación y desarrollo tecnológico, el Centro se ha caracterizado en los últimos años por el desarrollo de proyectos institucionales de gran envergadura en las áreas de investigación de mayor impacto en las nanociencias y nanotecnologías. Las principales iniciativas son:

1. **Desarrollo de Catalizadores para la obtención de combustibles de ultra-bajo azufre** enfocado a la fabricación de catalizadores óptimos para el proceso de refinación de la mezcla mexicana (*Proyecto SENER-CONACYT*).
2. **Red Internacional de Bionanotecnología** que persigue generar conocimiento e innovación en materia de salud pública, veterinaria, alimentación y bioseguridad. (*Proyecto de Redes Temáticas de CONACYT*)
3. **Laboratorio de Síntesis y Análisis Óptico de Materiales (SAOM-LAB)**, el cual ofrece servicios especializados de síntesis de nanomateriales, depósito de películas delgadas, así como caracterización y análisis. (*Proyecto de Cátedras de CONACYT 2014*)
4. **Sistema Nacional de Evaluación Nanotoxicológica (SINANOTOX)**; red multi-institucional cuyo objetivo es evaluar el efecto de los nanomateriales en diferentes sistemas biológicos. (*Proyecto Institucional del Depto. de Bionanotecnología*)
5. **Red regional nanoFAB[®] para la micro y nanofabricación de materiales** conformada por varios laboratorios de instituciones de la región, coordinados y orientados para la capacitación y formación de recursos humanos, el desarrollo de nanomateriales y nanodispositivos (físicos, químicos, biológicos, electrónicos o híbridos) con una fuerte vinculación con el sector privado de la región noroeste. (*Proyecto de Lab. Nacional de Nanofabricación 2014 CONACYT, Proyecto FORDECYT-CONACYT 2017, Proyecto sometido a Lab. Nacional de Nanofabricación 2018 CONACYT*).

3.2. Infraestructura Científica y física (edificios)

3.2.1. Unidad de Nanocaracterización

Uno de los grandes avances que se ha logrado en el CNYN ha sido la Institucionalización de la infraestructura científica de apoyo a la investigación. A partir de 2014, se definió la **Unidad de Nanocaracterización (UNaC)** al conjunto de instrumentación científica de apoyo especializado a la investigación. Se estructuró como un sistema especializado de caracterización de materiales a la nanoescala, que opere de forma práctica y eficiente para

todos los usuarios (internos y externos) que requieran de dichas técnicas y servicios especializados, en el avance de sus actividades docentes, de investigación científica y tecnológica.

Actualmente, la **Unidad de Nanocaracterización**, opera como un laboratorio institucional ubicado en las nuevas instalaciones del edificio C con una distribución mostrada en la Fig. 1.

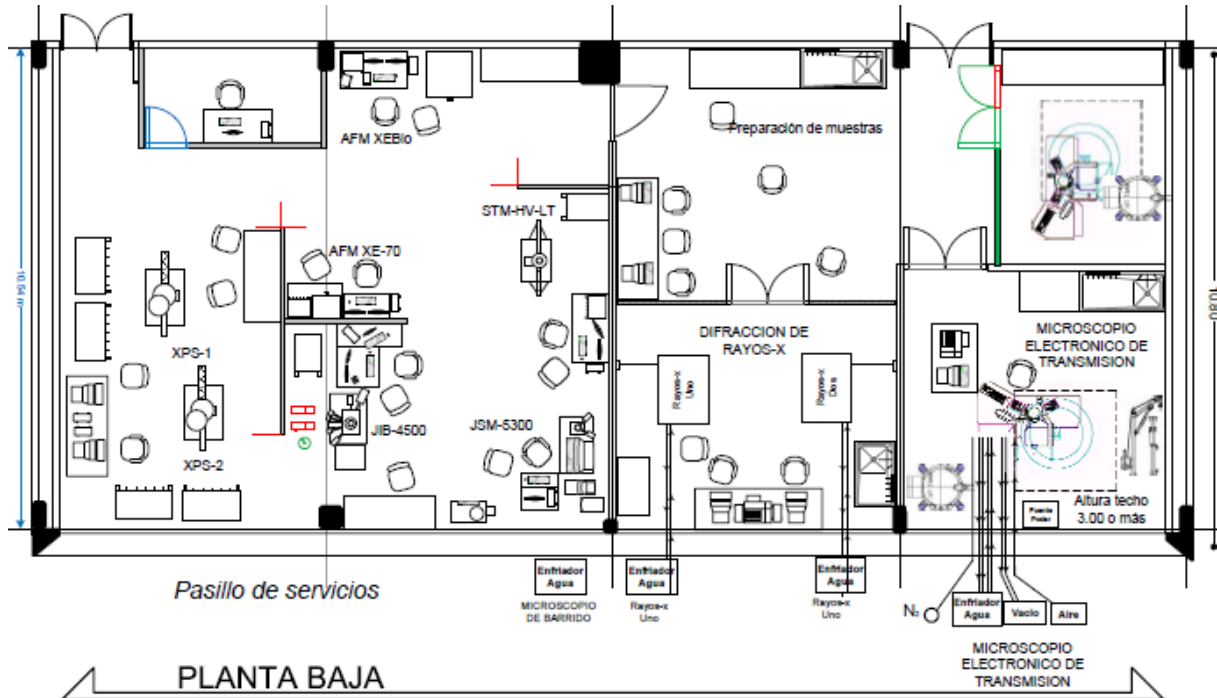


Fig.1. Esquema técnico de la distribución de la infraestructura de la Unidad de Nanocaracterización.

Para sostener la operación y funcionamiento de la UNaC, así como aprovechar al máximo la infraestructura, fue necesario desarrollar los siguientes sistemas de apoyo:

- **Agenda electrónica** para la programación en línea (vía internet) de sesiones de análisis en los diversos equipos de la UNaC. Este sistema en línea, permite a los usuarios programar y planear con oportunidad sus actividades de investigación. El acceso a dicho sistema se puede encontrar en <https://unac.cnyn.unam.mx/agenda/>
- **Programa de Capacitación de Usuarios.** Como parte del programa de optimización de uso de la infraestructura, se han implementado cursos para usuarios específicos y capacitarlos para usar directamente los equipos en sus sesiones de medición, sin la presencia de los técnicos responsables.

3.2.2. Nuevos laboratorios

Con la inauguración e inicio de funciones del nuevo edificio del Centro, en marzo de 2014, el Edificio C, se liberaron varios espacios en los Edificios A y B. Los espacios liberados se distribuyeron por Departamentos y áreas de servicio de apoyo a la investigación, dio oportunidad al acondicionamiento y creación de nuevos laboratorios. Por mencionar algunos son:

- Laboratorios de Bionanotecnología (cinco espacios con 2 equipos de medición y crecimiento)
- Laboratorios de Nanocatálisis (3 espacios con 3 equipos de medición)
- Laboratorio de Películas delgadas (con 2 equipos de crecimiento)
- Laboratorios de Plasma y Óptica (con 2 espacios y 2 equipos de medición)
- Laboratorio de Ablación Laser (con 1 equipo complejo de medición y crecimiento)
- Laboratorio de Hidrodesulfuración de combustibles (con 4 equipos de medición y crecimiento/tratamiento; proyecto PEMEX)
- Laboratorio de Materiales Luminiscentes (con 2 equipos de medición y crecimiento)
- Laboratorio de Cómputo Científico (3 cubículos, 2 espacios de trabajo con 1 clúster)
- Laboratorios de Enseñanza para la licenciatura (3 espacios)
- Laboratorio de Espectroscopia de Fotoelectrones de rayos x (1 espacio con 1 equipo científico de medición/crecimiento)
- Taller de Electromecánica Fina y Soldadura (1 espacio con 5 máquinas de maquinado y soldadura)
- Unidad de Nanocaracterización (UNaC) (4 espacios con 9 equipos científicos)
- Laboratorio Nacional de Nanofabricación (NanoFAB®) (2 espacios con 7 equipos de medición y crecimiento)
- Unidad de Emergencia de Energía Eléctrica (motor diésel y sistema de baterías electrónicas)

3.3. Resultados

Las acciones de cambio para la mejora y optimización en algunas áreas de apoyo del Centro, aplicadas en los últimos cuatro años han repercutido favorablemente en uno de los indicadores más complicados de toda dependencia de investigación científica, la productividad de artículos indizados por la comunidad académica del CNYN. En la Fig. 2 se muestra la productividad académica del Centro de los últimos 14 años; en la gráfica se aprecia un incremento notable en el número total de publicaciones de los años recientes. Se tienen identificados cuales cambios se realizaron a la estructura operativa del Centro en años recientes, sin embargo, será necesario evaluar con certeza la forma en como han impactado en la productividad académica del Centro.

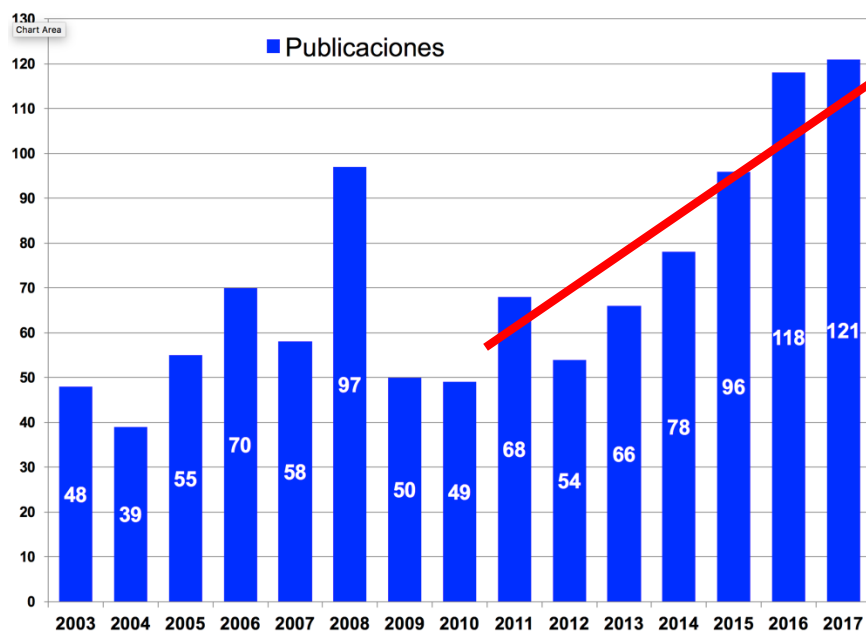


Fig. 2. Número de publicaciones indizadas del CNyN.

4. DOCENCIA Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El centro interactúa con actividades de docencia a través de varios programas de formación de recursos humanos, propios y en vinculación interinstitucional.

4.1. Posgrados

En conjunto con otras instituciones de la UNAM y regional, nuestro Centro participó activamente en los siguientes posgrados:

- **Posgrado en Ciencias Físicas (PCF)** (Coordinado principalmente por el IF- UNAM)
- **Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (PCeIM)** (Coordinado por el IIM-UNAM)
- **Posgrado en Nanociencias (PN)** (Proyecto interinstitucional en colaboración con CICESE)

4.2. Licenciatura en Nanotecnología

Considerando al desarrollo de la investigación como la actividad principal de un Centro de Investigación, la incorporación de una Licenciatura, en un primer análisis pudiera resultar un proyecto fuera de lugar o en el mejor de los casos difícil de lograr. Sin embargo, dada la naturaleza de la investigación y la infraestructura científica de nuestro Centro, los estudiantes de la licenciatura en Nanotecnología han tenido una ventaja envidiable a otras carreras de Nanotecnología del país; tienen una posición inmejorable. Tomando en cuenta la madurez académica alcanzada del personal académico del CNyN, así como la gran inversión en infraestructura instrumental, ambas en el área de la nanoescala, la Licenciatura en Nanotecnología ha logrado ratificar la graduación de estudiantes con una preparación académica de gran calidad y del más alto nivel, prioritariamente a nivel nacional. Los resultados logrados por la Licenciatura son:

- Egresaron **tres generaciones**, donde en la **TERCERA** generación concluyeron sus estudios 21 estudiantes de 28 que ingresaron.
- En 2017 se admitió la **SEPTIMA** generación con 27 estudiantes.
- Para enero de 2018 se han **TITULADO 29 Licenciados en Nanotecnología** de la UNAM.
- Y algunos estudiantes ya obtuvieron su grado de Maestría.

4.3. Docencia

El compromiso del Centro en las actividades de docencia en sus diferentes programas ha sido notable. En la siguiente gráfica, Fig. 3, se muestra la matrícula de estudiantes por tipo de programa, así como el número de cursos, el cuál, cada vez más creciente que se han impartido.

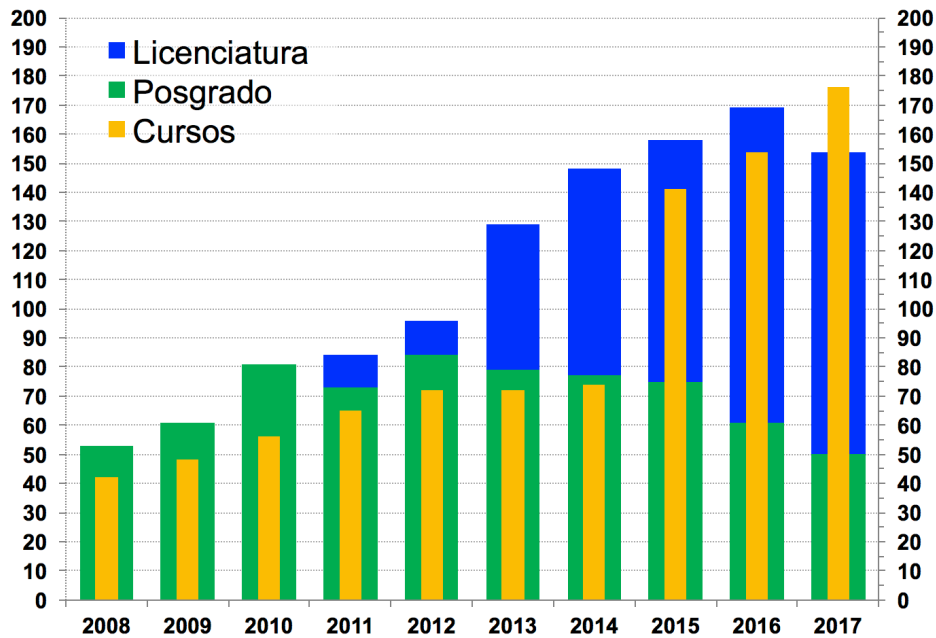


Fig.3. Matrícula estudiantil de los programas de Posgrado y Licenciatura y No. de cursos totales impartidos en los mismos.

El incremento en el número de cursos a partir de 2015 es el resultado de la continua actualización de la Licenciatura a través de sus orientaciones en temas de nanociencias y nanotecnologías de las áreas de investigación del Centro, así como en el incremento natural de la matrícula de la Licenciatura.

5. COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y DIFUSIÓN DE LA CULTURA

Sin lugar a dudas, el Centro ha realizado esfuerzos por sostener una actividad continua de comunicación pública de la ciencia (divulgación científica) a través de diversas actividades como:

- **Simposio de Nanociencias y Nanomateriales**, evento regional realizado de forma ininterrumpida por 19 años, originalmente llamado Simposio de Física de Materiales.

- **Estancia de “Jóvenes a la Investigación”** orientado a estudiantes de licenciatura de los últimos semestres.
- **“Taller de Ciencia para Jóvenes”**, evento realizado por 15 años y coordinado por UNAM, UABC y CICESE y orientado a estudiantes de prepa de los últimos semestres.
- **Seminario Institucional del CNyN**

Sin embargo, en años recientes, el CNyN, como uno de las dependencias representantes de la UNAM en Baja California, hemos demostrado la capacidad de abordar otros aspectos del espíritu humano y facultades intelectuales del hombre... **“la difusión de la cultura”** a través de:

- **“Festival del Conocimiento”**, evento local de Ensenada de corte nacional realizado en colaboración con varias instancias educativas y gubernamentales de la región y nacionales. Este evento ya se decretó en 2017 con el ***Festival del Conocimiento de Ensenada***.

6. OTRAS ÁREAS DE APOYO

6.1. Vinculación

La formalización de la vinculación con la sociedad, ha sido una de las áreas de trabajo que nuestro Centro ha venido desarrollando exhaustivamente en años recientes. Sin embargo, la elaboración de los instrumentos consensuales para la gran diversidad de demandas del personal académico que en materia de vinculación ha explorado, ha sobrepasado la carga de trabajo de la única persona que se dedica a la actividad de enlace institucional de la vinculación del CNyN.

La actividad prioritaria desarrollada por el área de vinculación ha sido la elaboración y conclusión de instrumentos consensuales para atender las demandas y necesidades específicas de los sectores privados, instituciones educativas y de las instancias gubernamentales de la región, ya identificadas en años recientes (*OAN-IA, UABC, CICESE, ITE, COLEF, ICBC, UNISON, UniKino, Fondo Mixto BC, Thumb Sat, Algas Pacific, IMR Sol*), en varias áreas tales como:

- Interacción con programas educativos de otras instituciones
- Proyectos de desarrollo y transferencia de tecnología.
- Proyectos de comunicación pública de la ciencia y difusión de la cultura.
- Proceso de gestión de patentes.

Para inicios de 2016, se consiguió apoyo para la contratación de un recurso humano (***oficio DGPO/DARC/01621/1429/2016 emitido por la Dirección General de Personal***) para reforzar la Vinculación del CNyN. Sin embargo, de **extrema URGENCIA** el apoyo de la **Subdirección de Relaciones Laborales** de la **Dirección General de Personal** para conseguir el **dictamen** de la plaza de confianza (***autorizada presupuestalmente***) para apoyar en las tareas cotidianas de vinculación a la actual persona que labora en el Centro, y estar en posibilidades de pasar al siguiente nivel y explotar eficientemente el potencial de vinculación académica y técnica del Centro.

6.2. Secretaría Administrativa

Sin lugar a dudas, una de las áreas más sensibles y de mayor escrutinio de toda dependencia Universitaria ha sido la Secretaría Administrativa. Ante el inminente aumento de las actividades del Centro con el Edificio C nuevo, la licenciatura, proyectos de desarrollo tecnológico, adecuaciones de y nuevos laboratorios y otras áreas nuevas, se identificó rápidamente un creciente aumento en la demanda de los servicios que ofrece la Secretaría Administrativa.

Durante los últimos años se buscó la mejora y simplificación de los trámites administrativos en beneficio de las actividades técnicas, académicas, de investigación y culturales propias del CNyN. Pero sin lugar a dudas, **la mayor limitante** han sido las continuas reformas o lineamientos administrativos a las que se debe sujetar el recurso de ejercicio fiscal. En estas condiciones, **una de las acciones más drásticas** que se han tomado en este Centro ha sido la aplicación de las **Tecnologías de la Información y Computación** para la modernización de los procesos administrativos de la Secretaría Administrativa; **Se eliminaron los formatos en papel y se transformaron a solicitudes electrónicas la mayoría de los servicios de la Secretaría Administrativa.**

Los servicios principales que se modernizaron en un **formato de solicitud en línea** vía internet (Fig. 4) están:

- Solicitud Interna de Compra (SIC): Presupuesto UNAM y CONACYT
- Solicitud Única de Servicios (SUS)
- Solicitud de Viáticos y Pasajes.



Fig.4 Sistema esquemático de la solicitud en línea de los servicios de la Sec. Administrativa a través de la WWW, vía diferentes dispositivos electrónicos: PC en oficina CNyN, Tabletas y Smartphones vía WiFi, PC, laptops, dispositivos móviles vía conexiones remotas fuera del CNyN.

Estos sistemas en línea WWW han incrementado notablemente la capacidad de atención de la Secretaría Administrativa

Por ejemplo,

- En 2014 se atendieron **970 SIC's en formato papel.**
- En 2015 se atendieron **1200 SIC's en formato electrónico.**
- Y en 2016 se atendieron **1891 SIC's en formato electrónico.**

Ahora, con la implementación del nuevo sistema de compras de la UNAM, el **Sistema Institucional de Compras**, para muchas dependencias de la UNAM **potencialmente se vislumbra un retroceso o estancamiento en las compras. Sin embargo, estimadmos que nuestro Centro ha realizado los avances suficientes con sus sistemas en línea para acoplarse directamente al nuevo Sistema Institucional de Compras.**

Por otro lado, una de las áreas de mayor desarrollo del Centro es la **adecuación y construcción de espacios especializados y desarrollo de tecnología**, así como la creciente y ahora saturada demanda de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura física del Centro. El área de **Servicios Generales** consta de un **Jefe de Servicios** y un **Técnico** (ambas personas de base sindicalizadas) para atender todas las demandas solicitadas por el personal del Centro en la **Solicitud Única de Servicios (Ver Fig. 5)**. **No hemos tenido apoyo con la creación de una plaza de confianza/funcionario para las actividades de Superintendencia de Obras. Es URGENTE la creación de una plaza de confianza o funcionario (Superintendencia de Obras)** que apoye a la Secretaría Administrativa en la vigilancia de la correcta operación de los inmuebles, equipos e infraestructura, a través de planeación, desarrollo y ejecución de obras nuevas, mantenimiento y conservación.

The screenshot shows a web form titled "Crear Solicitud Unica de Servicio". At the top, there are navigation links for "Inicio", "Operaciones", and "Salir". The main heading is "Crear Solicitud Unica de Servicio". Below this is a section for "DATOS DEL SOLICITANTE" with the following information:

- ÁREA SOLICITANTE: 100 Nanoestructuras
- FOLIO: 2018-
- RESPONSABLE DEL ÁREA: Oscar Edel Contreras Lopez
- FECHA DE SOLICITUD: 01 / FEB / 2018
- NOMBRE DEL USUARIO: Oscar Edel Contreras Lopez

 The next section is "TIPO DE SERVICIO:" which contains several sub-sections with checkboxes:

- DIVERSOS:** PRÉSTAMO DE: * SALAS O AULAS, * AUDITORIO, * EQ. AUDIOVISUAL, CAFETERÍA, LIMPIEZA, OTRO.
- CORRESPONDENCIA:** MENSAJERIA, PAQUETERIA, OTRO.
- MANTENIMIENTO A EQUIPO Y VEHICULOS:** MECÁNICA, REFRIGERACIÓN, AIRE ACONDIC., EQ. DE COMPUTO, REPARACION EQ., PLANTA DE LUZ, OTRO.
- REPRODUCCIÓN Y ENGARGOLADO:** FOTOCOPIADO, ENGARGOLADO, OTRO.
- TRANSPORTE:** LOCAL, FORÁNEO, PASAJEROS, CARGA.
- SERVICIO A INMUEBLE:** ALBAÑILERÍA, CARPINTERÍA, HERRERÍA, CERRAJERÍA, ELECTRICIDAD, PLOMERÍA, PINTURA, OTRO.
- VIGILANCIA PARA EVENTOS ESPECIALES:** VIGILANCIA.

 At the bottom, there is a "DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO (Especificar claramente fecha y hora del servicio requerido)" field with a note: "Solo se permiten 1000 caracteres incluyendo espacios y signos de puntuación." A "Crear Solicitud" button is located at the very bottom left.

Fig. 5. Formato de Solicitud Única de Servicios (en línea) gestionada por la Secretaría Administrativa.

NOTA: Más del 85% del personal de base (Jefe de Servicios Generales, Intendencia, Jardinería y Conservación, vigilancia, choferes, etc) recaen bajo la figura de Servicios Generales, que, al no tener personal de confianza para darle seguimiento a las responsabilidades de Servicios Generales, se desahogan directamente sobre la figura del Secretario Administrativo, distrayéndolo de sus funciones principales y sustantivas.

7. SINTESIS

En el documento anexo, se presenta una síntesis del plan de desarrollo del Centro elaborado para el periodo 2014-2018, así como los logros alcanzados en esta administración.

En dicho documento anexo, también se incluye una visión autocrítica de la gestión.