



# PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

2017-2021

(CORTO)

## Instituto de Geofísica

---

Dr. Hugo Delgado Granados

Ciudad Universitaria  
Noviembre 2017



**geofísica**  
UNAM



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Dr. Enrique Graue Wiechers**

Rector

**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**

Secretario General

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**

Secretario Administrativo

**Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa**

Secretario de Desarrollo Institucional

**Mtro. Javier de la Fuente Hernández**

Secretario de Atención a la  
Comunidad Universitaria

**Dra. Mónica González Contró**

Abogada General

**Dr. William Henry Lee Alardín**

Coordinador de la Investigación Científica



## INSTITUTO DE GEOFÍSICA

**Dr. Hugo Delgado Granados**

Director

**Dra. Xóchitl Blanco Cano**

Secretaria Académica

**M. en C. Ángel Ramírez Luna**

Secretario Técnico

**Lic. Vanessa Ayala Perea**

Secretaria Administrativa

**Ing. Gerardo A. Galguera Rosas**

Secretario de Gestión y Vinculación

**Dra. Elizabeth Solleiro Rebolledo**

Coordinadora del Posgrado en Ciencias de la Tierra

---

# ÍNDICE

DIRECCIÓN .....	5
Introducción .....	5
Misión .....	5
Visión .....	5
Visión hacia el 2021 .....	5
Valores .....	6
Diagnóstico .....	4
Plan 2017-2021 .....	10
Ejes estratégicos 2017-2021 .....	11
Etapas y Programas .....	15
SECRETARÍAS .....	24
Secretaría Académica .....	24
Secretaría Técnica .....	25
Secretaría Administrativa .....	25
Secretaría de Gestión y Vinculación .....	26
PLAN DE DESARROLLO DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS (Resumen) .....	28
Departamento Ciencias Espaciales .....	28
Departamento Geomagnetismo y Exploración .....	29
Departamento Recursos Naturales .....	32
Departamento Sismología .....	33
Departamento Vulcanología .....	36
Unidad Michoacán .....	39
PLAN DE DESARROLLO COORDINACIÓN SERVICIOS GEOFÍSICOS (Resumen) .....	44
PLAN DE DESARROLLO COORDINACIÓN DE LABORATORIOS (Resumen) .....	61
COORDINACIÓN DE PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO .....	64
UNIDAD DE COMUNICACIÓN SOCIAL .....	65
COMISIÓN DE EQUIDAD DE GÉNERO .....	66
ANEXOS .....	69

---

# DIRECCIÓN

## Introducción

La meta principal del trabajo a realizar en el periodo 2017-2021 es consolidar al Instituto de Geofísica como institución de excelencia académica, para alcanzar niveles de desarrollo e innovación de frontera en los ámbitos nacional e internacional, abordando problemas nacionales prioritarios en su área de competencia y experiencia; mediante investigación de gran relevancia social y consolidación de sus cuadros de investigación; participando en la solución de la problemática que aqueja a la juventud en cuanto a la escasez de opciones en el mercado laboral.

Para ello, se requiere una visión ejecutiva en la toma de decisiones que convengan a la comunidad del Instituto, a los universitarios y a la sociedad, con una visión amplia de las Ciencias de la Tierra y altura de miras; escuchando a la comunidad y propiciando su participación, ejerciendo una política de puertas abiertas; incluyente; conciliadora, capaz de resolver conflictos fomentando un ambiente de trabajo estable y armonioso; con liderazgo nacional e internacional; con capacidad organizativa y de gestión para tratar los asuntos relacionados con el Instituto, particularmente, la gestión al más alto nivel de los ámbitos gubernamentales e iniciativa privada.

El Instituto de Geofísica muestra grandes fortalezas, como la capacidad y nivel de excelencia de su planta académica. Sin embargo, las cosas que funcionan bien, siempre pueden funcionar mejor.

El diagnóstico que se ofrece más adelante refleja una problemática que debe ser atendida para garantizar el funcionamiento, progreso y desarrollo del Instituto.

Es importante mencionar, que el presente documento es un resumen del Plan de Trabajo de la dirección del Instituto de Geofísica, Secretarías, unidades académicas, laboratorios y servicios para el periodo 2017-2021, los planes completos se pueden consultar en el documento PDI IGF 2018-2021 en su versión extensa.

## Misión

La misión del IGF es la de realizar investigación en las áreas de la Sismología, Geodesia, Geomecánica, Vulcanología, Oceanografía, Hidrología, Ciencias Espaciales y Geofísica Aplicada, a fin de ofrecer productos de investigación de la mayor calidad y trascendencia para aportar soluciones a problemas de prioridad nacional y relevancia científica. Además de la formación de recursos humanos altamente calificados que respondan a las necesidades de la sociedad mexicana..

## Visión

La visión del IGF es ser el referente nacional de la investigación en Ciencias de la Tierra; en la formación de recursos humanos de alto nivel; en aportaciones, particularmente en Geofísica, a temas de prioridad nacional e interés público con vinculación estrecha con los sectores público y privado, participando de manera fundamental en el desarrollo del país.

## Visión hacia el 2021

La situación actual del país y el entorno internacional, podrían representar una situación ambivalente, por una parte, un panorama de posibles oportunidades para el desarrollo de las Ciencias de la Tierra en general, debido a las reformas promovidas por el Gobierno Federal, como la energética; así como oportunidades que podrían generarse nacional e internacionalmente, en los ámbitos gubernamental, paraestatal e iniciativa privada para la investigación básica y aplicada. Pero por otra parte, la turbulencia política en los Estados Unidos de América y Europa, pueden ocasionar una contracción en los presupuestos de la investigación científica. En caso de darse una crisis financiera, será necesario el establecimiento de planes de contingencia con el fin de continuar con la investigación a bajo costo.

Cualquier situación favorable debe ser aprovechada para lograr el desarrollo de las áreas de investigación del IGF y ampliar horizontes, para hacer de éste un instituto de vanguardia, en la frontera del conocimiento, del desarrollo e innovación tecnológica.

## Valores

Las convicciones del Instituto de Geofísica son:

- La Tierra, como sistema complejo que es, debe cuidarse y manejarse con sabiduría y previsión.
- La investigación básica en Ciencias de la Tierra es fundamental para el entendimiento de la naturaleza que nos rodea y el mayor y mejor conocimiento del territorio nacional.
- La investigación básica en Ciencias de la Tierra es un factor fundamental del desarrollo nacional.
- La investigación aplicada en Ciencias de la Tierra, es necesaria para las soluciones del quehacer nacional en temas de alta prioridad.
- La diseminación del conocimiento que se genera, mejora la relación de la comunidad geocientífica con la sociedad y los medios.
- La docencia en los niveles profesional y posgrado es fundamental para el desarrollo del país.
- La docencia desarrolla conciencia, valores y responsabilidad en la juventud.
- Un sentido ético en el uso de los recursos institucionales.
- Responsabilidad social e institucional.
- Conciencia acerca de la sustentabilidad ambiental y la geodiversidad.
- Uso prudente y ecológico de los recursos naturales.
- Un mejor conocimiento de los fenómenos naturales permite prever desastres.
- La socialización y divulgación del conocimiento científico es necesaria para tener una sociedad informada acerca del entorno natural que la rodea.
- Aportar información útil para normar la mejor toma de decisiones.

## Diagnóstico

La principal fortaleza del Instituto de Geofísica (IGF) es la alta calidad académica de su personal. Sus cuerpos académicos muestran consolidación con una visión diversa de la investigación y en la formación de recursos humanos de alto nivel.

El IGF realiza investigación básica y aplicada de alto impacto para el sector gubernamental y privado, en la sociedad y ante los medios masivos de comunicación. El trabajo en el área de vinculación es una fortaleza que ha permitido captar importantes recursos extraordinarios. Muchas de las áreas de servicio e investigación desarrollan sus labores con un nivel de eficiencia elevado. Sin embargo, es necesario pensar que las cosas que funcionan bien, siempre pueden funcionar mejor.

La situación actual del IGF, no obstante, presenta una problemática muy particular que debe ser abordada con la finalidad de posicionarlo en un nivel de liderazgo, a lo que la calidad y capacidad de sus investigadores lo hacen merecedor.

### *Problemas del quehacer académico:*

La comunidad no participa en las tareas institucionales, falta atención en temas estratégicos y emergentes, la producción científica tiene un aumento marginal si se consideran condiciones similares para el análisis temporal; el crecimiento profesional de los investigadores jóvenes es inadecuado y debe darse seguimiento con cuidado; los investigadores jóvenes son los más apáticos y su producción es relativamente baja; se requiere un plan para anticipar crisis de financiamiento; algunos proyectos han sorprendido a la administración en el pasado con requerimientos de infraestructura y humanos no anticipados; hay una competencia entre los centros de investigación GEOS para conseguir proyectos externos; falta una política del papel del IGF acerca del cambio climático; es necesaria la construcción de repositorios de diversos tipos; falta incrementar la presencia

del IGF en el ámbito internacional; hay incertidumbre acerca de las unidades foráneas; se requiere asegurar el financiamiento de los servicios y observatorios geofísicos. Ver gráficas 1-6.

#### **Problemas de Docencia y extensión:**

Se requiere una revisión profunda del plan de estudios y del papel que juega el IGf en la Licenciatura de Ciencias de la Tierra; el Posgrado en Ciencias de la Tierra (PCT) requiere de una reflexión profunda acerca del tipo de investigadores que se están formando y de las esperanzas laborales de los egresados; hay una falta de interés en la comunidad académica en la docencia como tal, se cumple con las labores docentes para cumplir con el PRIDE y SNI; hay una ausencia de políticas y estrategias para las labores de extensión del IGF, tanto en Educación Continua, como en Educación a Distancia.

#### **Problemas de Gestión y Vinculación:**

Se tiene una saturación en la Unidad de Vinculación; existe una competencia fuerte entre los GEOS para obtener proyectos externos; ha aumentado la cantidad de solicitudes al IGF de convenios para realizar estudios y servicios; además de que no existe una práctica generalizada de protección de la propiedad intelectual en el IGF.

#### **Problemas de Difusión y Divulgación:**

La comunidad del IGF no reconoce la diferencia entre difusión y divulgación; en términos de difusión se requiere la revisión de aspectos fundamentales de la revista Geofísica Internacional, como el idioma de publicación y su reconocimiento como parte del Open Journal System (OJS); las demás publicaciones del IGf deben cambiar de paradigma: versiones impresas a digitales, ya que representan altos costos de producción; como en

otros temas, la comunidad del IGf no tiene gran interés por la divulgación científica, pese a sus beneficios.

#### **Problemas administrativos:**

La comunidad del IGF se pregunta acerca de la posibilidad de organizarse de una manera más eficiente y conveniente, se requiere revisar nuevamente el Reglamento Interno, en particular la conformación del Consejo Interno, es necesario reglamentar acerca de ingresos extraordinarios (siguiendo la normatividad de la UNAM) y el uso de los recursos; se requiere eficientar los trámites académico-administrativos (el personal académico invierte mucho tiempo en reportes); los trámites administrativos son tantos que la Administración se ve rebasada en su capacidad de atender solicitudes, por lo que se necesita aumentar la eficiencia del proceso de trámites para disminuir la carga administrativa a los investigadores; se necesita una política ambiental que disminuya los trámites que requieran papel y eficiente su ejecución.

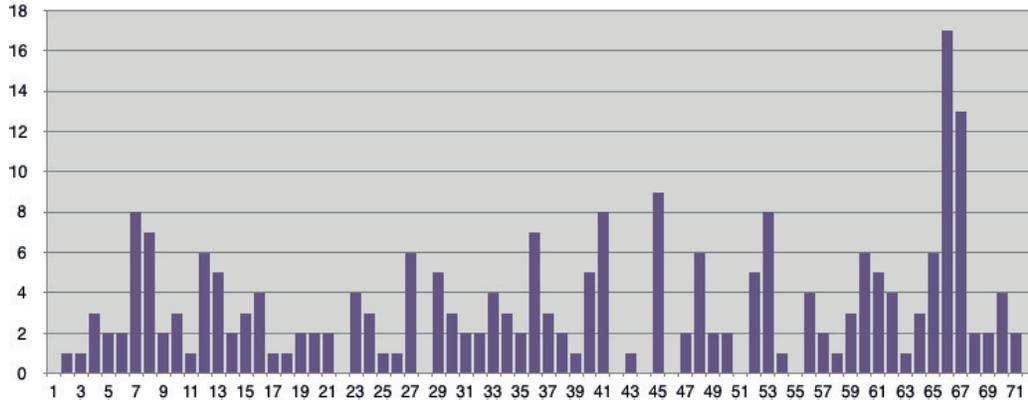
#### **Problemas Técnicos:**

Operación y mantenimiento de laboratorios, remodelación del IGF; administración y mantenimiento de vehículos; problemas de operación y concepto de la Unidad de Cómputo; optimización de recursos humanos e instrumentales, mantenimiento y seguridad; ausencia de protocolos y de reglamentos; uso eficiente de espacios; necesidades energéticas y presupuesto.

#### **Problemas de Organización:**

La falta de interacción y comunicación de la comunidad plantea varios retos; existe un problema grave de disponibilidad de espacios; las contrataciones recientes muestran una proporción baja de oportunidades a in-

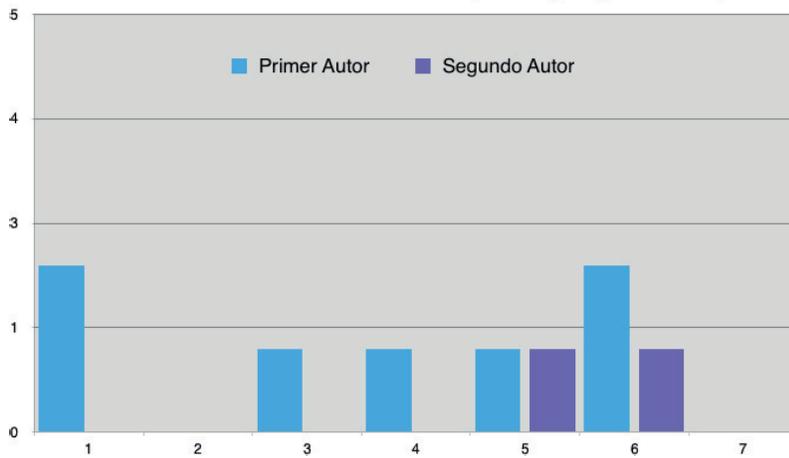
**Producción 2016 - Total de Artículos**



1

El número total de publicaciones de investigadores del instituto en revistas indizadas durante 2016 fue de 229. Si bien este número es alto, un análisis más detallado muestra que la producción de artículos en donde se funge como autor principal (primer y segundo autor), es baja para un número considerable de investigadores. A continuación se muestran gráficas de publicaciones durante 2016 separadas por categoría.

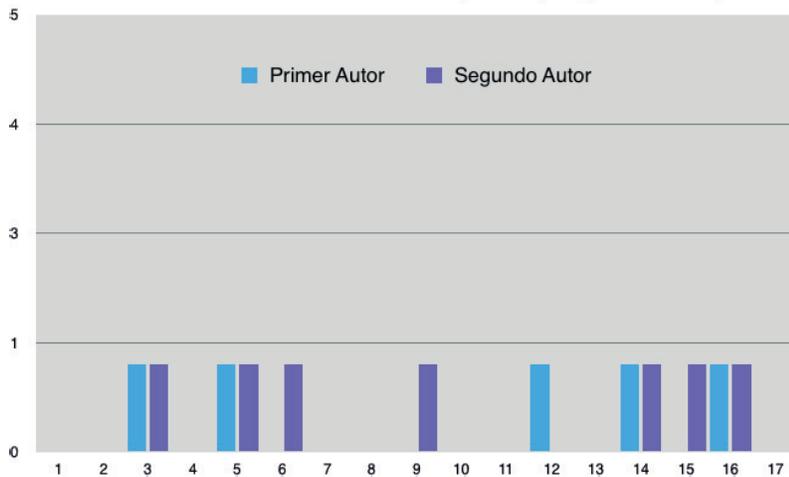
**2016 Publicaciones INV ASOC C TC (Primer y Segundo Autor)**



2

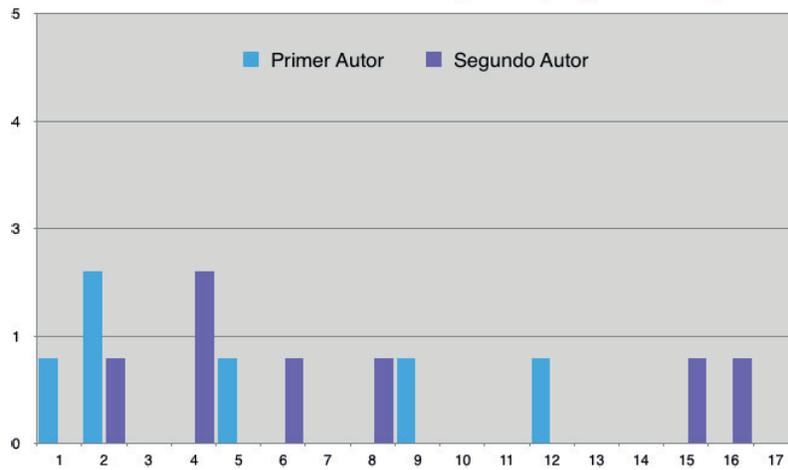
La producción de artículos de primer y segundo autor es más baja para los Investigadores titulares A que para los Inv Asociados C

**2016 Publicaciones INV TIT A TC (Primer y Segundo Autor)**



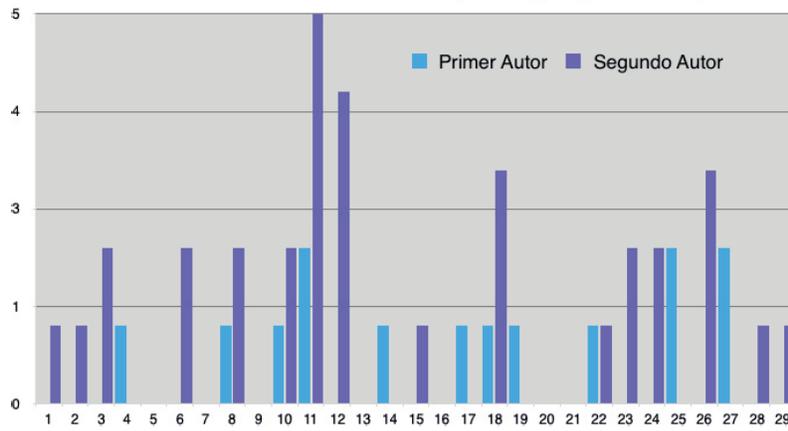
3

2016 Publicaciones INV TIT B TC (Primer y Segundo Autor)



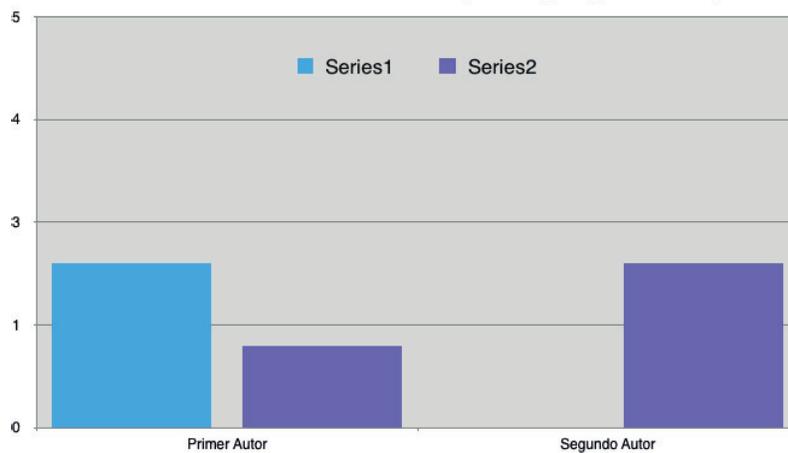
4

2016 Publicaciones INV TIT C TC (Primer y Segundo Autor)



5

2016 Publicaciones INV EMERITO (Primer y Segundo Autor)



6

investigadores jóvenes mexicanos y una desproporción en términos de equidad de género; se requiere una política clara y transparente de renovación de la planta académica; para el crecimiento del IGF se contemplan retos fundamentales de organización que requieren de alcanzar acuerdos y consensos. Debido al perfil del instituto y el aumento de la infraestructura en laboratorios, servicios geofísicos, observatorios, etc, se requieren más técnicos académicos que realicen las actividades acorde al crecimiento del instituto.

## Plan 2017-2021

Aspectos fundamentales:

### 1) Interesar a la comunidad del IGF en la vida institucional y aumentar su participación.

- a. Vencer la apatía del personal del IGF.
- b. Implementar una política de puertas abiertas entre la comunidad del IGF y la Dirección, otorgándole un papel preponderante al Colegio del Personal Académico e invitando a colaborar a una Secretaria Académica que sea un enlace efectivo de comunicación entre la Dirección, la comunidad y las instancias académicas universitarias.
- c. Restablecimiento de un seminario interno, quincenal y fijo. Por una parte, con participación de investigadores de todas las unidades académicas del IGF, con el fin de comunicar sus actividades y establecer lazos de colaboración dentro y, cuando se presente la oportunidad, afuera del IGF. Esta acción requiere de coordinar todos los seminarios departamentales que han proliferado en el IGF. Por otra parte, invitando a participar investigadores de otras instituciones o dependencias para enriquecer el quehacer académico del IGF.

- d. Establecimiento de proyectos de investigación multi e interdisciplinarios. Aportar financiamiento semilla a proyectos de grupo desde el IGF.
- e. Transparentar el ejercicio de los recursos financieros del IGF, aumentando las estrategias de comunicación.

### 2) Proyección de la investigación del IGF a un plano de excelencia.

- a. Para lograr posicionar al IGF en un nivel de excelencia nacional e internacional se requiere de fondos suficientes y debidamente distribuidos.
- b. Gestionar fuentes de financiamiento de los grandes programas del CONACyT o los fondos de la Unión Europea.
- c. Aprovechar los apoyos de ciencia aplicada para detonar la investigación básica.

### 3) Impulsar la investigación para resolver problemas prioritarios nacionales o de impacto científico y relevancia internacional.

- a. El IGF se debe involucrar en la solución de los grandes problemas nacionales, con una participación más activa en la exploración petrolera, el estudio de los peligros y riesgos naturales y el cambio climático.
- b. El IGF debe participar de manera más prominente en el estudio de los peligros asociados a la exploración y explotación petrolera como la emisión de gases tóxicos e inducción de microsismicidad.
- c. Política de estudios de peligros y riesgos naturales, con una mejor relación con la Coordinación Nacional de Protección Civil Federal para una relación cercana y cuidadosa, en el manejo de recursos del FOPREDEN y una mayor participación en la elaboración de atlas de riesgos estatales.

- d. Organización del Servicio Vulcanológico Nacional.
  - e. Participación en temas científicos emergentes, como el cambio climático, de relevancia internacional por sus efectos. Considerar la posibilidad de gestionar ante el Gobierno Federal, el establecimiento de una Estación Antártica, a la que México tiene derecho, para evaluar el impacto ambiental, de manera que se puedan integrar grupos multi e interinstitucionales para abordar la temática de manera vanguardista.
- a. Acuerdo interinstitucional para regular el acceso coordinado a proyectos externos privilegiando la colaboración multi e interinstitucional.
  - b. Constituir una Unidad de Supercómputo Académico GEOS.
  - c. Conformación de un Comité de Ética GEOS.
  - d. Explorar la posible reunificación de al menos dos GEOS para conformar el Instituto de Ciencias de la Tierra.

#### 4) Buscar y gestionar oportunidades laborales para los egresados del posgrado.

- a. El IGF debe buscar dar certeza de ocupación al final del ciclo escolar a los egresados del Posgrado en Ciencias de la Tierra.
- b. Establecimiento de un programa de formación de microempresas donde los egresados puedan participar en los múltiples proyectos de servicios que lleva a cabo el IGF.
- c. Revisar el perfil de investigadores que se están formando y compartir la información con el CONACyT.

#### 5) Continuar e incrementar las labores de vinculación.

- a. Sostener programas de becas y gastos de mantenimiento de equipos con fondos provenientes de ingresos extraordinarios.
- b. Gestionar mayores recursos para evitar que el sistema actual se desplome.
- c. Revisar reglamentos que rigen el trabajo relacionado con los proyectos externos.
- d. Crear una Secretaría de Gestión y Vinculación.

#### 6) Coordinación mayor con los demás institutos GEOS.

### Ejes estratégicos 2017-2021

#### 1) Investigación

##### Objetivo:

Fomentar la investigación científica básica y aplicada que consolide el nivel de excelencia del IGF, para conducir a sus miembros a la vanguardia del conocimiento Geofísico.

##### Estrategias:

- Búsqueda de recursos financieros importantes que permitan fondar estudios de gran trascendencia. Convocatorias especiales del CONACyT.
- Revisión conjuntamente con la planta de investigadores, de las razones de la baja tasa de éxito en los proyectos del programa de Ciencia Básica del CONACyT.
- Búsqueda de fondos internacionales, particularmente los más atractivos como los del Consejo de Investigación de la Unión Europea, se procurará la formación de equipos de trabajo del más alto nivel para acceder a esos fondos.
- Realización de talleres y/o cursos impartidos por los investigadores con experiencia de participación en los megaproyectos nacionales e internacionales, con el fin de transmitir y mostrar la forma más conveniente al resto de la comunidad

y en particular a los investigadores jóvenes, para que sus proyectos sean exitosos.

- Preparar planes de actuación ante posibles crisis de financiamiento debidas a factores de cambio político tanto nacionales como internacionales.
- Establecer estrategias para abordar los temas emergentes, prioritarios y rezagados del área correspondiente de las Ciencias de la Tierra, como el cambio climático, energías alternativas, minería y petrología, entre otras.
- Conciliación entre los diferentes departamentos para que las nuevas plazas del IGF sean ocupadas por investigadores jóvenes de alto nivel y competitividad, en temas donde el IGF no cuenta con especialistas o requiere de reforzar líneas de investigación. Esto debe hacerse con el concurso y opinión de la comunidad.
- Fomentar la formación de grupos de trabajo. El trabajo en equipo es fundamental para resolver los problemas en Ciencias de la Tierra, pero es necesario aumentar el grado de interacción entre investigadores y para ello, es necesario reactivar los seminarios institucionales y favorecer la comunicación del quehacer y capacidades de los diferentes miembros del IGF.
- Formación de una Unidad de Supercómputo GEOS que se coloque como factor de desarrollo e innovación de paquetería de cómputo académico y técnico en Ciencias de la Tierra.
- Formación de acervos y repositorios de datos con una estructura bien definida de organización, administración y acceso.
- Creación de un reglamento general de laboratorios y garantizar la existencia de reglamentos, procedimientos y protocolos de uso de equipos en todos los laboratorios del IGF. Esta reglamentación debe contemplar las estrategias de apoyo para cada laboratorio.
- Mecanismos de adquisición de equipos de laboratorio para reemplazar equipo obsoleto o cerca de

la obsolescencia mediante un programa preestablecido de cambio.

- Promoción a nivel interno de publicación de artículos tanto de los académicos, como de los estudiantes de posgrado, en revistas de impacto internacional y la publicación de documentos en fuentes Open Access para lograr el crecimiento en el número de citas por parte de especialistas.
- Simplificación, transparencia y optimización de la administración del IGF.

## 2) *Docencia y Extensión*

### **Objetivo:**

Vincular eficientemente las labores de investigación y docencia-extensión para formar recursos humanos de alto nivel de manera responsable.

### **Estrategias:**

- Apoyo a los egresados del Posgrado en Ciencias de la Tierra y gestión de oportunidades laborales para ellos.
- Participación en una revisión profunda del Plan de Estudios de la licenciatura en Ciencias de la Tierra y colaborar en elevar el nivel académico de los estudiantes.
- Coordinación con las facultades de Ingeniería y Ciencias acerca de las oportunidades docentes, otorgando al profesorado las herramientas necesarias para la enseñanza.
- Acercamiento a las sociedades de alumnos de geofísica y geología de la Facultad de Ingeniería, así como a las mismas sociedades en el Instituto Politécnico Nacional, con las cuales se organizarán charlas de investigación para promover las carreras científicas entre los egresados de esas escuelas. De la misma manera, tener una proximidad con las instituciones de enseñanza superior

en la provincia para promover el acercamiento con el IGF.

- Reflexionar acerca de la formación de investigadores a través del Posgrado en Ciencias de la Tierra, con el fin de establecer una política clara de eficiencia terminal, conjuntamente con el CONACyT.
- Creación de estrategias para incrementar el interés de la comunidad del IGF en labores docentes, no sólo en la impartición de cursos, sino sometiendo proyectos de docencia al programa PAPI-ME y al CONACyT.
- Establecimiento de una política institucional del IGF para su participación en posgrados interinstitucionales e internacionales o iniciación de ellos, particularmente a distancia.
- Fortalecimiento de los servicios bibliotecarios básicos y electrónicos que apoyen directamente a la labor de los alumnos y docentes.
- Creación de una política institucional del IGF que se inserte en el plan de desarrollo de nuestra Universidad en Educación Continua.
- Ampliación, diversificación y apertura de nuevos cursos a distancia utilizando las nuevas tecnologías de la comunicación a distancia. Los cursos serían de certificación, entrenamiento y académicos con valor curricular.
- Creación de una política integral de Extensión con estrategias definidas. Explorar la posibilidad de incrementar los ingresos del IGF mediante la creación de una cartera de cursos como parte de un Plan de Educación Continua. Abrir los horizontes más allá del campus y las sedes foráneas con mediante la elaboración de Cursos a Distancia y Cursos Virtuales.

### 3) Gestión y Vinculación

#### Objetivo:

Abordar los temas de prioridad nacional para resolver los problemas fundamentales para facilitar el desarrollo

del país, elevando la competitividad del IGF, ampliando y diversificando sus áreas de vinculación.

#### Estrategias:

- Creación de una política de vinculación que permita identificar las áreas gubernamentales y de la iniciativa privada que hay que abordar de manera organizada, programática y con establecimiento de prioridades académicas y por importancia dentro de la problemática nacional.
- Creación de una política de desarrollo e innovación institucional al interior del IGF para fomentar proyectos de innovación tecnológica.
- Creación de la Secretaría de Gestión y Vinculación mediante la integración de un número mayor de personal.
- Fortalecimiento de los servicios y observatorios geofísicos mediante la gestión de recursos suficientes, continuos y permanentes ante las instancias correspondientes (Cámara de Diputados, SEGOB, SEMAR, PEMEX, etc.).
- Revisión y revitalización del funcionamiento de los Comités Científicos Asesores de los diferentes servicios nacionales, procurando la integración de miembros de la comunidad universitaria, nacional e internacional con el fin de contar con una visión colegiada amplia y actualizada acerca del funcionamiento de estos servicios.
- Participación activa en la creación del Servicio Vulcanológico Nacional y gestión ante la SEGOB.
- Agilización de la administración de proyectos externos.

### 4) Comunicación de la Ciencia y Divulgación

#### Objetivo:

Crear una imagen que refleje la diversidad académica del IGF, fortaleciéndola ante la opinión pública y comunicando a la sociedad los conocimientos que se generan en el Instituto, en un lenguaje accesible alcanzando a un público más amplio, numeroso y diverso.

### **Estrategias:**

- Creación de la Unidad de Comunicación Social.
- Creación de la Unidad de Divulgación de la Ciencia con una política de comunicación de la ciencia para el IGF dentro del marco institucional, particularmente en coordinación y colaboración con la Dirección General de Comunicación Social.
- Posicionamiento del IGF de manera más prominente en los medios masivos de comunicación internos y externos a la UNAM (impresos, audiovisuales, electrónicos y virtuales).
- Participación del IGF en las redes sociales con protocolos de funcionamiento definidos, claros y explícitos, así como programas de trabajo específicos para cada área del IGF. Esto con el fin de evitar confusiones en el caso de los servicios nacionales y comunicar al público en general, los conocimientos que genera cada departamento de manera directa y sin ambigüedades.
- Llevar las Ciencias de la Tierra a las aulas de niños y jóvenes desde las oficinas y laboratorios del IGF o desde el campo, en coordinación con TV-UNAM y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, por medio de videos, cursos, folletos, sitios web y en tiempo real utilizando las nuevas tecnologías, creando aplicaciones lúdicas.
- Elaboración de aplicaciones para teléfonos móviles y tabletas de recursos de comunicación de conocimientos (libros electrónicos para iTunes-U por ejemplo) siguiendo las prácticas que realizan actualmente las áreas culturales de la UNAM, pero aplicadas a las Ciencias de la Tierra como lo han desarrollado la Open University, la Universidad de Cambridge, entre otras.
- Coordinación y trabajo cooperativo de las actividades de comunicación de las Ciencias de la Tierra con otras dependencias del área.
- Organización de cursos y conferencias de divulgación de las Ciencias de la Tierra dirigidos a comunicadores.

- Fortalecimiento, diversificación y fomento de las actividades del Museo de Geofísica, mediante exhibiciones temporales en el sitio, exhibiciones itinerantes, charlas de divulgación y exhibición de cine científico comentado por los académicos del IGF y otros institutos.
- Apoyo a las publicaciones del IGF para dar a conocer el conocimiento que en éste se genera: Geonoticias.
- Actualización continua de la página web del IGF. Hacerla más atractiva tanto para la comunidad del Instituto como para los visitantes que lleguen a ingresar a ésta, ya sea para consultar artículos o para leer alguna noticia científica.

### **5) Eficiencia Administrativa y Técnica**

#### **Objetivo:**

Aumentar la eficiencia administrativa y operativa del quehacer académico que deriven en la creación de un ambiente para la investigación más productivo y seguro.

#### **Estrategias:**

- Revisión del Reglamento Interno con el fin de analizar la composición del Consejo Interno y establecer reglas claras acerca del uso, operación y mantenimiento de la infraestructura del IGF y responsabilidades de usuarios y encargados.
- Revisar los trámites administrativos para volverlos más claros y expeditos con el fin de optimizar los procedimientos, apegados en todo momento a la normatividad aplicable.
- Crear sistemas amigables con el ambiente, disminuyendo el uso del papel y a la vez contribuir a una mayor rapidez de los trámites, usando la tecnología (correo electrónico).
- Remodelar el IGF de acuerdo a un esquema de equidad y prioridades, donde las áreas comunes se encuentren a la cabeza de ellos y cuidando que las reubicaciones se den sin comprometer la se-

guridad o las actividades del resto de la comunidad. Se gestionarán fondos para la construcción de facilidades dedicadas exclusivamente a la ubicación de laboratorios.

- Se separarán las actividades de cómputo de servicio de las de investigación.
- Revisar servidores, red alámbrica e inalámbrica de Internet con el fin de recuperar la conectividad en todos los sectores del IGF.
- Revisar el uso de las TICs e incrementar un uso ordenado con reglas claras con el fin de explotar las capacidades de las nuevas tecnologías.
- Revisar y reestructurar la distribución y tareas de los recursos humanos del IGF con asignaciones más eficientes y de apoyo a las tareas sustantivas del IGF.
- Mejorar la administración y las condiciones generales del parque vehicular llevando un mantenimiento programado y planificado, considerando la renovación de unidades vehiculares.
- Implementar tecnologías de información para generar sistemas como el apartado de las unidades vehiculares y programación de mantenimiento.
- Establecer reglamentos, protocolos y políticas para el uso de los vehículos que aseguren el cumplimiento de la normatividad y reglamentación universitaria.

## 6) Organización

### Objetivo:

Revisar la organización y estructura operativa del IGF con el fin de encontrar las mejores formas de operar con el consenso de la comunidad del Instituto y de abrir horizontes a la comunidad del IGF y sus egresados.

### Estrategias:

- Convocar a una reflexión profunda de la forma en que funciona el IGF y analizar si es posible continuar con la estructura actual cambiando los

aspectos que disminuyen su eficiencia o bien, se requiere de una modificación mayor.

- Crear un Comité de Apoyo y Planeación, como cuerpo académico conformado por los Jefes de Unidad Académica, dado que son los miembros de la comunidad que mejor conocen su unidad. Este comité permitirá apoyar las reflexiones sobre las nuevas contrataciones y distribución de espacios.
- Revisar los espacios existentes en el IGF para encontrar la combinación óptima de su distribución en términos de equidad. Seguridad y eficiencia.
- Continuar con la renovación académica, mediante la gestión de plazas y contrataciones que cubran áreas prioritarias, cuidando no sólo la calidad de los candidatos, sino la actitud participativa e institucional.
- Buscar alianzas con gobiernos estatales y universidades para la ampliación del número de sedes foráneas, con el fin de hacer llegar la investigación y docencia en Ciencias de la Tierra a más sitios de la República Mexicana en concordancia con el Plan de Desarrollo de la UNAM y lograr el crecimiento armonioso del IGF.

## Etapas y Programas

### Año 1. De Preparación

#### 1. Investigación

- 1.1 Programa de gestión de fondos para proyectos de investigación.
- 1.2 Programa de creación del Seminario Interno del IGF.
- 1.3 Programa de Supercómputo GEOS.
- 1.4 Programa de Repositorios de datos geofísicos.
- 1.5 Programa de creación de la Coordinación de Laboratorios del IGF.

- 1.6 Programa de políticas de ordenamiento de la información científica y uso de datos geofísicos.
- 1.7 Programa de alianzas con gobiernos estatales y universidades para ampliar el número de sedes foráneas del instituto.

## 2. Docencia y Extensión

- 2.1 Programa de creación de subsedes de docencia geocientíficas.
- 2.2 Programa de formación de recursos humanos en Ciencias de la Tierra.
- 2.3 Programa de fortalecimiento de los servicios bibliotecarios básicos y electrónicos para apoyo a la docencia y a los alumnos.
- 2.4 Programa de Educación Continua.
- 2.5 Programa de creación de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

## 3. Gestión y Vinculación

- 3.1 Programa de creación, organización y operación de la Secretaría de Gestión y Vinculación.
- 3.2 Programa de reorganización de la gestión de proyectos de investigación.
- 3.3 Programa de creación de la Coordinación de Servicios Geofísicos del IGF.
- 3.4 Programa de formalización de los Servicios Geofísicos en el ámbito universitario.
- 3.5 Programa de revisión, revitalización o creación de Comités Ejecutivo y Científicos Asesores de los servicios geofísicos.
- 3.6 Programa de búsqueda y gestión de proyectos externos.
- 3.7 Programa de vinculación con el Sector Público y Privado.
- 3.8 Programa de regularización de instalaciones y estaciones geofísicas del IGF.
- 3.9 Programa de impulso al Geoparque Comarca Minera.

## 4. Comunicación de la Ciencia y Divulgación

- 4.1 Programa de Comunicación Social.
- 4.2 Programa de Divulgación.
- 4.3 Programa de participación activa del IGF en Redes Sociales.
- 4.4 Programa de procedimientos de Comunicación internos y externos a la UNAM.
- 4.5 Programa de posicionamiento del IGF en medios masivos de comunicación internos y externos a la UNAM.
- 4.6 Programa de divulgación en Ciencias de la Tierra para niños y jóvenes.
- 4.7 Programa de fortalecimiento, diversificación y fomento de las actividades del Museo de Geofísica.
- 4.8 Programa de publicaciones internas del IGF.

## 5. Eficiencia Administrativa y Técnica

- 5.1 Programa de simplificación, transparencia y optimización de la administración del IGF.
- 5.2 Programa de renovación de la red alámbrica e inalámbrica del Instituto.
- 5.3 Programa de revisión y actualización de servidores del Departamento de Cómputo.
- 5.4 Programa de capacitación del personal del Departamento de Cómputo.
- 5.5 Programa de mejoramiento de la administración, mantenimiento y renovación del parque vehicular.
- 5.6 Programa para la formalización de reglamentos del uso de vehículos.
- 5.7 Programa de implementación de las TIC en apartado y mantenimiento de vehículos.
- 5.8 Programa de remodelación y nuevas instalaciones.

## 6. Organización

- 6.1 Programa de comunicación permanente entre la Comunidad del IGF y la Dirección.

- 6.2 Programa de creación, organización y operación de la Coordinación de Planeación y Seguimiento.
- 6.3 Programa de revisión de la estructura del Instituto para lograr mayor eficiencia.
- 6.4 Programa de revisión del Reglamento Interno del IGF.
- 6.5 Programa de participación en la Creación de subsedes geocientíficas.
- 6.6 Programa de revisión y distribución de los espacios en términos de equidad, seguridad y eficiencia.
- 6.7 Programa de remodelación del IGF de acuerdo a un esquema de prioridades y equidad.
- 6.8 Programa de reestructuración de la distribución y tareas de los recursos humanos del IGF.
- 6.9 Programa de creación de protocolos de seguridad.
- 1.9 Programa de formación de Acervos, Bases de Datos y Repositorios de datos geofísicos y de Instrumentos.
- 1.10 Programa de apoyo a los Laboratorios del IGF.
- 1.11 Programa de reemplazo de equipos de laboratorio obsoletos.
- 1.12 Programa de formación del Comité de Ética GEOS.
- 1.13 Programa de Reglamentos de Laboratorios.
- 1.14 Programa de acreditación y certificación de laboratorios.
- 1.15 Programa de protocolos de uso de Equipo de Laboratorios.
- 1.16 Programa de uso de recursos instrumentales obtenidos con proyectos de ingresos extraordinarios para detonar investigación básica.
- 1.17 Programa de acceso a bases de datos para detonar investigación básica.
- 1.18 Programa de Investigación de Peligros y Riesgos Naturales.
- 1.19 Programa de revisión de la relación con la Coordinación Nacional de Protección Civil Federal, en temas de Peligros y Riesgos Naturales.
- 1.20 Programa de apoyo a la Organización del Servicio Vulcanológico Nacional.
- 1.21 Programa de establecimiento de una Estación Antártica de la UNAM.
- 1.22 Programa de apoyo a la publicación de artículos del personal del Instituto (académicos y estudiantes), en revistas de alto impacto y en repositorios de acceso abierto (Open Access).

## Año 2. Impulso a la investigación y docencia

### 1. Investigación

- 1.1 Programa de gestión de fondos de proyectos de investigación. Parte II.
- 1.2 Programa de financiamiento internacional a la investigación del IGF.
- 1.3 Programa de seminarios y talleres académicos de impulso a la investigación.
- 1.4 Programa emergente de planes de acción ante posibles crisis financieras.
- 1.5 Programa de apoyo al Seminario Interno del IGF con sesiones quincenales para difusión y fomento de la colaboración interna.
- 1.6 Programa de formación de grupos de investigación multi e interdisciplinarios.
- 1.7 Programa de proyectos de investigación multi e interdisciplinarios.
- 1.8 Programa de Supercómputo Académico GEOS o de Investigación Científica.

### 2. Docencia y Extensión

- 2.1 Programa de creación de subsedes de docencia geocientíficas. Parte II.
- 2.2 Programa de formación de recursos humanos en Ciencias de la Tierra. Parte II.
- 2.3 Programa de uso de TICs y TACs aplicadas a la educación en Geociencias.

- 2.4 Programa de fortalecimiento de los servicios bibliotecarios básicos y electrónicos para apoyo a la docencia. Parte II.
- 2.5 Programa de Educación Continua. Parte II.
- 2.6 Programa de creación e inicio de la Escuela de Ciencias de la Tierra.
- 2.7 Programa de revisión del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra.
- 2.8 Programa de apoyo a egresados de la licenciatura y posgrado en Ciencias de la Tierra.
- 2.9 Programa de Charlas de Investigación en Ciencias de la Tierra para Instituciones de Educación Superior (IES) y Sociedades de alumnos y exalumnos.
- 2.10 Programa de impulso a proyectos de docencia: programa PAPIME y CONACyT.
- 2.11 Programa institucional para participar en Posgrados interinstitucionales e internacionales.
- 2.12 Programa de desarrollo de aplicaciones móviles (Apps), libros electrónicos y MOOC (Massive Open Online Courses – Cursos Abiertos Masivos en Línea) aplicadas a Ciencias de la Tierra.

### 3. Gestión y Vinculación

- 3.1 Programa de promoción de programas internacionales del CONACyT o de la Unión Europea.
- 3.2 Programa de vinculación con el Sector Público y Privado. Parte II.
- 3.3 Programa de vinculación con los tres niveles de gobierno.
- 3.4 Programa de formalización de los Servicios Geofísicos en el nivel federal.
- 3.5 Programa de creación del Centro Alterno de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional.
- 3.6 Programa de creación del Centro Alterno de monitoreo automático del Servicio Sismológico Nacional.

- 3.7 Programa de regularización de instalaciones y estaciones geofísicas del IGF. Parte II.
- 3.8 Programa de búsqueda y gestión de proyectos externos. Parte II.
- 3.9 Programa de apoyo a Comités Científicos de los servicios geofísicos.
- 3.10 Programa de creación de un acuerdo de Institutos GEOS para la gestión de proyectos externos.
- 3.11 Programa de Formación de Microempresas.
- 3.12 Programa de fortalecimiento de Servicios y Observatorios Geofísicos.

### 4. Comunicación de la Ciencia y Divulgación

- 4.1 Programa de Comunicación Social. Parte II.
- 4.2 Programa de Divulgación. Parte II.
- 4.3 Programa de procedimientos de Comunicación internos y externos a la UNAM. Parte II.
- 4.4 Programa de Protocolos de comunicación para Redes Sociales a través de un Community Manager.
- 4.5 Programa de posicionamiento del IGF en medios masivos de comunicación internos y externos a la UNAM. Parte II.
- 4.6 Programa de divulgación en Ciencias de la Tierra para niños y jóvenes. Parte II.
- 4.7 Programa de fortalecimiento, diversificación y fomento de las actividades del Museo de Geofísica. Parte II.
- 4.8 Programa de publicaciones internas del IGF. Parte II.
- 4.9 Programa de consolidación del Geoparque Comarca Minera.

### 5. Eficiencia Administrativa y Técnica

- 5.1 Programa de simplificación, transparencia y optimización de la administración del IGF. Parte II.
- 5.2 Programa de mantenimiento de la nueva red alámbrica e inalámbrica del Instituto.

- 5.3 Programa de mantenimiento de servidores del Departamento de Cómputo.
- 5.4 Programa de capacitación del personal del Departamento de Cómputo. Parte II.
- 5.5 Programa de uso eficiente y ordenado de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).
- 5.6 Programa de Certificación a Servicios Geofísicos y Laboratorios.
- 5.7 Programa de mejoramiento de la administración, mantenimiento y renovación del parque vehicular Parte II.
- 5.8 Programa de implementación de TIC en apartado y mantenimiento de vehículos. Parte II.
- 5.9 Programa de implementación de reglamentos, protocolos y políticas en las unidades de vehículos, infraestructura y cómputo.
- 5.10 Programa de incremento en la capacidad instalada de energía regulada.
- 5.11 Programa de protección y seguridad interna y externa. Parte I
- 5.12 Programa de remodelación y nuevas instalaciones. Parte II

## 6. Organización

- 6.1 Programa de revisión e implementación del Reglamento interno.
- 6.2 Programa de participación en la Creación de subsedes geocientíficas. Parte II.
- 6.3 Programa de revisión y distribución de los espacios en términos de equidad, seguridad y eficiencia. Parte II.
- 6.4 Programa de remodelación del IGF de acuerdo a un esquema de prioridades y equidad. Parte II.
- 6.5 Programa de renovación de la planta académica bajo un esquema de equidad y atención de áreas prioritarias.
- 6.6 Programa de seguimiento a protocolos de seguridad.

## Año 3. Consolidación de Programas

### 1. Investigación

- 1.1 Programa de gestión de fondos de proyectos de investigación. Parte III.
- 1.2 Programa de financiamiento internacional a la investigación del IGF. Parte II.
- 1.3 Programa de seminarios y talleres académicos. Parte II.
- 1.4 Programa emergente de planes de acción ante posibles crisis financieras. Parte II.
- 1.5 Programa de apoyo al Seminario Interno del IGF con sesiones quincenales para difusión y fomento de la colaboración interna. Parte II.
- 1.6 Programa de formación de grupos de investigación multi e interdisciplinarios. Parte II.
- 1.7 Programa de proyectos de investigación multi e interdisciplinarios. Parte II.
- 1.8 Programa de Supercómputo Académico GEOS o de Investigación Científica. Parte II.
- 1.9 Programa de formación de Acervos, Bases de Datos y Repositorios de datos geofísicos y de Instrumentos. Parte II.
- 1.10 Programa de apoyo a los Laboratorios del IGF. Parte II.
- 1.11 Programa de acreditación y certificación de laboratorios. Parte II.
- 1.12 Programa de reemplazo de equipos de laboratorio obsoletos. Parte II.
- 1.13 1.13. Programa de instrumentación del Comité de Ética GEOS. Parte II.
- 1.14 Programa de instrumentación del Reglamento General de Laboratorios.
- 1.15 Programa de instrumentación de protocolos de uso de Equipo de Laboratorios.
- 1.16 Programa de uso de recursos instrumentales obtenidos con proyectos de ingresos extraordinarios para detonar investigación básica. Parte II.

- 1.17 Programa de acceso a bases de datos para detonar investigación básica. Parte II.
- 1.18 Programa de Investigación de Peligros y Riesgos Naturales Parte II.
- 1.19 Programa de apoyo la Organización del Servicio Vulcanológico Nacional. Parte II.
- 1.20 Programa de establecimiento de una Estación Antártica de la UNAM. Parte II.
- 1.21 Programa de apoyo a la publicación de artículos del personal del Instituto (académicos y estudiantes), en revistas de alto impacto y en repositorios de acceso abierto (Open Access). Parte II.

## 2. Docencia y Extensión

- 2.1 Programa de creación de subsedes de docencia geocientíficas. Parte III.
- 2.2 Programa de formación de recursos humanos en Ciencias de la Tierra. Parte III.
- 2.3 Programa de uso de TICs y TACs aplicadas a la educación en Geociencias. Parte II.
- 2.4 Programa de fortalecimiento de los servicios bibliotecarios básicos y electrónicos para apoyo a la docencia. Parte III.
- 2.5 Programa de Educación Continua. Parte III.
- 2.6 Programa de creación e inicio de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Parte II.
- 2.7 Programa de revisión del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra. Parte II.
- 2.8 Programa de apoyo a egresados de Ciencias de la Tierra. Parte II.
- 2.9 Programa de Charlas de Investigación en Ciencias de la Tierra para Instituciones de Educación Superior (IES) y Sociedades de alumnos y exalumnos. Parte II.
- 2.10 Programa de impulso a proyectos de docencia: programa PAPIME y CONACyT. Parte II.
- 2.11 Programa institucional para participar en Posgrados interinstitucionales e internacionales. Parte II.

- 2.12 Programa de desarrollo de aplicaciones móviles (Apps), libros electrónicos y MOOC (Massive Open Online Courses – Cursos Abiertos Masivos en Línea) aplicadas a Ciencias de la Tierra. Parte II.

## 3. Gestión y Vinculación

- 3.1 Programa de promoción de programas internacionales del CONACyT o de la Unión Europea. Parte II.
- 3.2 Programa de vinculación con el Sector Público y Privado. Parte III.
- 3.3 Programa de vinculación con los tres niveles de gobierno. Parte II.
- 3.4 Programa de formalización de los Servicios Geofísicos en el nivel federal. Parte II.
- 3.5 Programa de instrumentación del Centro Alternativo de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional. Parte I.
- 3.6 Programa de instrumentación del Centro Alternativo de monitoreo automático del Servicio Sismológico Nacional. Parte I.
- 3.7 Programa de regularización de instalaciones y estaciones geofísicas del IGF. Parte III.
- 3.8 Programa de búsqueda y gestión de proyectos externos. Parte III.
- 3.9 Programa de apoyo a Comités Científicos de los servicios geofísicos. Parte II.
- 3.10 Programa de instrumentación de un acuerdo de Institutos GEOS para la gestión de proyectos externos.
- 3.11 Programa de Formación de Microempresas. Parte II.
- 3.12 Programa de fortalecimiento de Servicios y Observatorios Geofísicos. Parte II.

## 4. Comunicación de la Ciencia y Divulgación

- 4.1 Programa de Comunicación Social. Parte III.
- 4.2 Programa de Divulgación. Parte III.

- 4.3 Programa de procedimientos de Comunicación internos y externos a la UNAM. Parte III.
- 4.4 Programa de Protocolos de comunicación para Redes Sociales a través de un Community Manager. Parte II.
- 4.5 Programa de posicionamiento del IGF en medios masivos de comunicación internos y externos a la UNAM. Parte III.
- 4.6 Programa de divulgación en Ciencias de la Tierra para niños y jóvenes. Parte III.
- 4.7 Programa de fortalecimiento, diversificación y fomento de las actividades del Museo de Geofísica. Parte III.
- 4.8 Programa de publicaciones internas del IGF. Parte III.
- 4.9 Programa de consolidación del Geoparque Comarca Minera. Parte II.

## 5. Eficiencia Administrativa y Técnica

- 5.1 Programa de simplificación, transparencia y optimización de la administración del IGF. Parte III.
- 5.2 Programa de mantenimiento de la nueva red alámbrica e inalámbrica del Instituto. Parte II.
- 5.3 Programa de mantenimiento de servidores de la Unidad de Cómputo. Parte II.
- 5.4 Programa de capacitación del personal del Departamento de Cómputo. Parte III.
- 5.5 Programa de uso eficiente y ordenado de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs). Parte II.
- 5.6 Programa de Certificación a Servicios Geofísicos y Laboratorios. Parte II.
- 5.7 Programa de mejoramiento de la administración, mantenimiento y renovación del parque vehicular Parte II.
- 5.8 Programa de Protección y seguridad interna y externa. Parte II.
- 5.9 Programa de remodelación y nuevas instalaciones. Parte III.

## 6. Organización

- 6.1 Programa de seguimiento a la implementación del Reglamento interno.
- 6.2 Programa de participación en la Creación de subsedes geocientíficas. Parte III.
- 6.3 Programa de revisión y distribución de los espacios en términos de equidad, seguridad y eficiencia. Parte III.
- 6.4 Programa de remodelación del IGF de acuerdo a un esquema de prioridades y equidad. Parte III.
- 6.5 Programa de renovación de la planta académica bajo un esquema de equidad y atención de áreas prioritarias. Parte II.
- 6.6 Programa de seguimiento a protocolos de seguridad. Parte II.

## Año 4. Evaluación

### 1. Investigación

- 1.1 Programa de gestión de fondos de proyectos de investigación. Parte IV.
- 1.2 Programa de financiamiento internacional a la investigación del IGF. Parte III.
- 1.3 Programa de seminarios y talleres académicos. Parte III.
- 1.4 Programa emergente de planes de acción ante posibles crisis financieras. Parte III.
- 1.5 Programa de apoyo al Seminario Interno del IGF con sesiones quincenales para difusión y fomento de la colaboración interna. Parte III.
- 1.6 Programa de formación de grupos de investigación multi e interdisciplinarios. Parte III.
- 1.7 Programa de proyectos de investigación multi e interdisciplinarios. Parte III.
- 1.8 Programa de Supercómputo Académico GEOS o de Investigación Científica. Parte III.

- 1.9 Programa de formación de Acervos, Bases de Datos y Repositorios de datos geofísicos y de Instrumentos. Parte III.
- 1.10 Programa de apoyo a los Laboratorios del IGF. Parte III.
- 1.11 Programa de reemplazo de equipos de laboratorio obsoletos. Parte III.
- 1.12 Programa de instrumentación del Comité de Ética GEOS. Parte III.
- 1.13 Programa de instrumentación del Reglamento General de Laboratorios. Parte II.
- 1.14 Programa de instrumentación de protocolos de uso de Equipo de Laboratorios. Parte II.
- 1.15 Programa de uso de recursos instrumentales obtenidos con proyectos de ingresos extraordinarios para detonar investigación básica. Parte III.
- 1.16 Programa de acceso a bases de datos para detonar investigación básica. Parte III.
- 1.17 Programa de Investigación de Peligros y Riesgos Naturales Parte III.
- 1.18 Programa de apoyo la Organización del Servicio Vulcanológico Nacional. Parte III.
- 1.19 Programa de establecimiento de una Estación Antártica de la UNAM. Parte III.
- 1.20 Programa de apoyo a la publicación de artículos del personal del Instituto (académicos y estudiantes), en revistas de alto impacto y en repositorios de acceso abierto (Open Access). Parte III.

## 2. Docencia y Extensión

- 2.1 Programa de creación de subsedes de docencia geocientíficas. Parte IV.
- 2.2 Programa de formación de recursos humanos en Ciencias de la Tierra. Parte IV.
- 2.3 Programa de uso de TICs y TACs aplicadas a la educación en Geociencias. Parte III.

- 2.4 Programa de fortalecimiento de los servicios bibliotecarios básicos y electrónicos para apoyo a la docencia. Parte IV.
- 2.5 Programa de Educación Continua. Parte IV.
- 2.6 Programa de creación e inicio de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Parte III.
- 2.7 Programa de revisión del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra. Parte III.
- 2.8 Programa de apoyo a egresados de Ciencias de la Tierra. Parte III.
- 2.9 Programa de Charlas de Investigación en Ciencias de la Tierra para Instituciones de Educación Superior (IES) y Sociedades de alumnos y exalumnos. Parte III.
- 2.10 Programa de impulso a proyectos de docencia: programa PAPIME y CONACyT. Parte III.
- 2.11 Programa institucional para participar en Posgrados interinstitucionales e internacionales. Parte III.
- 2.12 Programa de desarrollo de aplicaciones móviles (Apps), libros electrónicos y MOOC (Massive Open Online Courses – Cursos Abiertos Masivos en Línea) aplicadas a Ciencias de la Tierra. Parte III.

## 3. Gestión y Vinculación

- 3.1 Programa de promoción de programas internacionales del CONACyT o de la Unión Europea. Parte III.
- 3.2 Programa de vinculación con el Sector Público y Privado. Parte IV.
- 3.3 Programa de vinculación con los tres niveles de gobierno. Parte III.
- 3.4 Programa de formalización de los Servicios Geofísicos en el nivel federal. Parte III.
- 3.5 Programa de instrumentación del Centro Alternativo de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional. Parte II.
- 3.6 Programa de instrumentación del Centro Alternativo de monitoreo automático del Servicio Sismológico Nacional. Parte II.

- 3.7 Programa de regularización de instalaciones y estaciones geofísicas del IGF. Parte IV.
- 3.8 Programa de búsqueda y gestión de proyectos externos. Parte IV.
- 3.9 Programa de apoyo a Comités Científicos de los servicios geofísicos. Parte III.
- 3.10 Programa de instrumentación de un acuerdo de Institutos GEOS para la gestión de proyectos externos. Parte II.
- 3.11 Programa de Formación de Microempresas. Parte III.
- 3.12 Programa de fortalecimiento de Servicios y Observatorios Geofísicos. Parte III.

#### 4. Comunicación de la Ciencia y Divulgación

- 4.1 Programa de Comunicación Social. Parte IV.
- 4.2 Programa de Divulgación. Parte IV.
- 4.3 Programa de procedimientos de Comunicación internos y externos a la UNAM. Parte IV.
- 4.4 Programa de Protocolos de comunicación para Redes Sociales a través de un Community Manager. Parte III.
- 4.5 Programa de posicionamiento del IGF en medios masivos de comunicación internos y externos a la UNAM. Parte IV.
- 4.6 Programa de divulgación en Ciencias de la Tierra para niños y jóvenes. Parte IV.
- 4.7 Programa de fortalecimiento, diversificación y fomento de las actividades del Museo de Geofísica. Parte IV.
- 4.8 Programa de publicaciones internas del IGF. Parte IV.
- 4.9 Programa de consolidación del Geoparque Comarca Minera. Parte III.

#### 5. Eficiencia Administrativa y Técnica

- 5.1. Programa de simplificación, transparencia y optimización de la administración del IGF. Parte IV.

- 5.2. Programa de mantenimiento de la nueva red alámbrica e inalámbrica del Instituto. Parte III.
- 5.3. Programa de mantenimiento de servidores de la Unidad de Cómputo. Parte III.
- 5.4. Programa de capacitación del personal del Departamento de Cómputo. Parte IV.
- 5.5. Programa de uso eficiente y ordenado de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs). Parte III.
- 5.6. Programa de Certificación a Servicios Geofísicos y Laboratorios. Parte III.
- 5.7. Programa de mejoramiento de la administración, mantenimiento y renovación del parque vehicular. Parte III.
- 5.8. Programa de remodelación y nuevas instalaciones, Parte III.
- 5.9. Programa de evaluación.

#### 6. Organización

- 6.1. Programa de seguimiento del Reglamento interno. Parte II.
- 6.2. Programa de participación en la Creación de subsedes geocientíficas. Parte IV.
- 6.3. Programa de revisión y distribución de los espacios en términos de equidad, seguridad y eficiencia. Parte IV.
- 6.4. Programa de remodelación del IGF de acuerdo a un esquema de prioridades y equidad. Parte IV.
- 6.5. Programa de renovación de la planta académica bajo un esquema de equidad y atención de áreas prioritarias. Parte III.
- 6.6. Programa de seguimiento a protocolos de seguridad. Parte III.
- 6.7. Programa integral de evaluación de la gestión y establecimiento de pautas a seguir para el futuro del IGf.

## Secretaría Académica

La Secretaría Académica del Instituto de Geofísica tiene como función principal fomentar la comunicación entre la Dirección, la comunidad del instituto y las instancias universitarias correspondientes. Además de las actividades antes mencionadas, también coordina tres unidades las cuales son: Divulgación, Extensión y la Editorial y de forma adicional la Biblioteca.

El plan de trabajo 2017-2021 incluye promover y estimular el desarrollo de la vida académica dentro del instituto, llevando a cabo diversas actividades e implementando diversas políticas, dentro de las cuales se mencionan:

- Trabajar con una política de puertas abiertas.
- Atender asuntos académico-administrativos del personal académico del Instituto, tales como contratos, concursos y promociones, además de gestionar ante las instancias correspondientes lo relacionado con el ejercicio de los derechos y obligaciones de los académicos, estipulados en el Estatuto del Personal Académico.
- Promover Seminarios Institucionales donde participan todos los investigadores y técnicos del IGf, cuya característica sea la de contar con ponentes que sean académicos del instituto, e invitados de otras instituciones nacionales e internacionales. El seminario será quincenal y tiene como objetivo comunicar actividades de investigación de las diversas áreas del instituto y establecer lazos de colaboración dentro y fuera del IGf. El seminario se coordinará con los jefes de las diferentes unidades que conforman el IGf.
- Calendarizar reuniones con investigadores jóvenes no consolidados con el objetivo de dar seguimiento y fomentar que aumenten su producción primaria, así como su participación en docencia, divulgación y difusión motivando a dichos investigadores a que escriban sus propios proyectos PAPIIT, CONACyT y de instancias externas a la UNAM tanto nacionales como internacionales.
- Realizar talleres impartidos por los investigadores con experiencia de participación en megaproyectos nacionales e internacionales, con el fin de transmitir, mostrar y promover las buenas prácticas a la comunidad del IGf y en particular a los investigadores jóvenes, para que sus proyectos sean exitosos.
- Trabajar de manera coordinada con la Unidad de Divulgación en actividades relacionadas con: el Museo de Geofísica en Tacubaya, el Geoparque y con las publicaciones de divulgación relacionadas con los departamentos del instituto.
- Desarrollar una APP (aplicaciones móviles para dispositivos electrónicos), del Museo de Geofísica, para lo cual se deberá actualizar la guía impresa del museo.
- Realizar vídeos de promoción y divulgación con entrevistas cortas a algunos investigadores en los que se hablará sobre las actividades que realiza cada departamento y su relevancia tanto a nivel nacional como internacional.
- Trabajar con la Unidad de Editorial para proponer un cambio en el formato de las series, Monografías, Reportes Internos, y en la Infraestructura de impreso a digital.
- Buscar el reconocimiento de la revista Geofísica Internacional como parte del Open Journal Systems (OJS).
- Impulsar que la revista Geofísica Internacional sea una publicación bilingüe, y dar inicio a la modalidad de comentarios y réplicas.
- Trabajar con la Unidad de Extensión en la ampliación, diversificación y apertura de nuevos cursos a distancia utilizando las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC); proponiendo que los nuevos cursos sean de certificación, entrenamiento y académicos a los cuales se les reconozca con valor curricular.
- Trabajar de forma conjunta con la biblioteca en el fortalecimiento y optimización de recursos bibliográficos.

## Secretaría Técnica

### Presentación

El propósito de la Secretaría Técnica del Instituto de Geofísica es la organización y desarrollo de la infraestructura a través de unidades operativas, con el fin de proveer de los servicios necesarios a los académicos para que se lleven a cabo las actividades científicas, técnicas y académicas correspondientes, así como el vigilar el buen uso y aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos. Aspectos diversos como la seguridad interna, emergencias, medios de transporte también se encuentran bajo la responsabilidad de la secretaría.

En el presente plan de desarrollo la Secretaría Técnica estará integrada de las siguientes unidades operativas:

- Unidad de Cómputo, esta unidad está encargada de administrar los servicios de cómputo apoyando al personal académico, administrativo y estudiantil en el desarrollo de sus actividades, a través de procedimientos y normas que regulen y soporten el uso de la infraestructura de hardware y software. La unidad también administra los auditorios del instituto.
- Unidad de Vehículos, esta unidad está encargada de administrar los vehículos del instituto destinados al apoyo de actividades académicas y administrativas, también es la encargada de reportar ante las autoridades Universitarias correspondientes sobre el uso y mantenimiento de éstos, así como de vigilar la aplicación de las normas para la conservación y uso adecuado de los mismos.
- Unidad de Infraestructura, esta unidad es la encargada del mantenimiento y administración de la infraestructura del instituto como la energía, mantenimiento de plantas de emergencia, sistemas de energía ininterrumpible, sistemas de aire acondicionado, extracción y ventilación, etc. sistemas de telefonía y vigilancia. administración de

proyectos de remodelación y nuevas construcciones, así como la administración de los servicios de electricidad, pintura, plomería y carpintería.

## Secretaría Administrativa

### Misión

Colaborar con el Instituto de Geofísica en la planeación, la organización y en el establecimiento de los sistemas, normas y procedimientos tendientes a optimizar los recursos humanos, financieros y materiales, con el fin de facilitar el cumplimiento de las funciones asignadas.

### Visión

Proporcionar una administración ágil y coordinada que brinde un apoyo eficaz y eficiente a las actividades sustantivas de la UNAM, que promueva la calidad de los servicios institucionales que presta y que disminuya los trámites y tiempos de respuesta.

Los servicios que proporciona la Secretaría Administrativa, son clasificados en los procesos de Personal, Bienes y Suministros, Presupuesto y Servicios Generales. La Secretaría Administrativa verifica que los servicios solicitados se proporcionen en apego a la normatividad aplicable, a fin de satisfacer las necesidades de los usuarios, para contribuir al cumplimiento de las funciones sustantivas del Instituto de Geofísica, en la perspectiva de una mejora continua.

Adicionalmente, se proporciona el proceso de Servicios Generales que cubre los servicios de copiado, engargolado, correspondencia y mensajería.

### Diagnóstico

La Secretaría Administrativa se encuentra fundamentalmente conformada por personal de base y en su estructura únicamente cuenta con tres jefaturas de departamento y una jefatura de área.

Dada la gran cantidad de trabajo que se tiene, es necesario que se pueda fortalecer con la creación de por lo menos una plaza adicional de asistente de proceso, para cada uno de los departamentos, la cual apoye las áreas funcionales de la Secretaría; y una plaza para el proceso de Servicios Generales que sea asignada a personal de confianza, ya que actualmente las actividades propias de ese proceso, se encuentran repartidos entre los distintos jefes de Bienes y suministros y Personal.

Debido a que la Secretaría cuenta con la Certificación ISO-9000, es imposible que se realice una disminución en el uso de papel, ya que en el momento de la Auditoría para la recertificación, los auditores que verifican que el proceso se siga conforme a la norma, solicitan de manera física las evidencias de cada uno de los procesos.

Es importante aclarar que aunque se desee acelerar trámites o unificar formatos a fin de dar respuesta expedita a los procesos administrativos, esto se ha visto impedido por que los trámites que se gestionan ante administración central tiene tiempos establecidos, sobre los cuales no tenemos control, y la serie de formatos usados para estos procesos son determinados por el Sistema de Gestión de la Calidad.

Para poder cumplir con el Plan de trabajo de la administración, se sugiere el desarrollo de un Sistema de Trámites Académico Administrativo (STAA), el cual agilizaría los tiempos de respuesta de la Secretaría, la simplificación del proceso administrativo para los investigadores y académicos del Instituto, el cumplimiento de la norma Institucional, así como los requerimientos para conservar la Certificación ya que se utilizarían de forma digital los formatos autorizados, se evitaría el uso del papel y se contaría con información actualizada en tiempo real que se trabaje simultáneamente por las tres Secretarías en caso de ser necesario.

#### **Año 1. Metas:**

- a) Contar con una base de datos actualizada de todos el personal del Instituto.

- b) Diseñar y Modelar haciendo uso de las herramientas tecnológicas cada uno de los Módulos del sistema.

#### **Año 2. Metas:**

- a) Vincular el Módulo del STAA con el SIAF, sistema Contable Institucional de Presupuesto.
- b) Implementarlo con la Comunidad del Instituto.
- c) Consolidar el Módulo con los posibles ajustes que en la operación puedan surgir.

#### **Año 3. Metas:**

- a) Vincular el Módulo del STAA con el SIAF, sistema Institucional de Compras de Bienes y Suministros.
- b) Implementarlo con la Comunidad del Instituto
- c) Consolidar el Módulo con los posibles ajustes que en la operación puedan surgir.

#### **Año 4. Metas:**

- a) Vincular el Módulo del STAA con el SIP, Sistema Institucional de Personal
- b) Implementarlo con la Comunidad del Instituto.
- c) Consolidar el Módulo con los posibles ajustes que en la operación puedan surgir.

### **Secretaría de Gestión y Vinculación**

#### **Antecedentes:**

Esta área se creó en el 2008, como una unidad integrada a la dirección, con el propósito de vincular el quehacer científico con las necesidades que tenían instancias gubernamentales, principalmente, y privadas, para resolver problemas relacionados con el conocimiento del subsuelo, dando origen a un área de desarrollo de proyectos de ciencia aplicada.

### **Misión**

Promover y fortalecer la relación entre los sectores público, privado y social para poner el conocimiento geocientífico al servicio de la sociedad, promoviendo proyectos de ciencia aplicada y la utilización de innovaciones metodológicas que satisfagan las necesidades y coadyuven al desarrollo social y económico de la nación.

### **Visión**

Ser una Unidad de Vinculación que participe activamente con todas las líneas de investigación del Instituto, incentivando la promoción de proyectos de investigación dirigidos a la resolución de problemas en los diferentes sectores; así como, contribuir al desarrollo e innovación de las tecnologías utilizadas en las ciencias de la tierra,

creando redes de colaboración y/o consorcios de beneficio mutuo.

### **Objetivo general**

Establecer alianzas estratégicas con instituciones afines, de educación superior y empresas, privadas o gubernamentales, nacionales y/o extranjeras, para la formalización de instrumentos consensuales que permitan que la investigación aplicada contribuya a la solución de problemas específicos.

Obtener recursos extraordinarios mediante proyectos externos que permitan el apoyo a la investigación, a estudiantes, mediante becas, para asistir a congresos y eventos académicos, así como mejorar la infraestructura física y tecnológica, entre otros componentes.

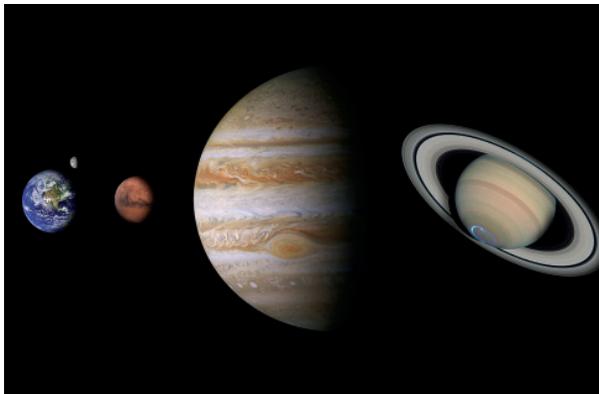
---

# PLAN DE DESARROLLO DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS (Resumen)

## Departamento Ciencias Espaciales

### Presentación

La Heliosfera comprende el espacio en el que el Sol tiene influencia y está limitada por el medio interestelar que se encuentra a una distancia de ~ 120 unidades astronómicas en su parte más pequeña. Durante tiempos quietos, la "corona solar" se expande a gran velocidad cubriendo la heliosfera de un "viento solar" que lleva consigo el plasma y el campo magnético solares. El viento solar interactúa con cualquier obstáculo que encuentra en su camino, ya sea de pequeña escala como el "polvo interplanetario", o de gran escala como las "magnetosferas planetarias". En particular, la actividad solar tiene un impacto en la atmósfera superior de la Tierra y existe evidencia de que también lo hace en el clima troposférico y la biota. Dependiendo del grado de "actividad solar", en el medio interplanetario viajan perturbaciones de tamaño diverso, como las "ondas de plasma de pequeña escala" o las "ondas de choque" asociadas a las "eyecciones de masa coronal". La heliosfera también está expuesta a un flujo de partículas energéticas o "rayos cósmicos", que pueden llegar de diferentes regiones de la galaxia o fuera de ella, así como de "eventos eruptivos en el Sol". "Los planetas" y sus "sistemas satelitales" y de "anillos" son parte importante de los estudios que se desarrollan en el Departamento de Ciencias Espaciales (DCE).



### Diagnóstico

Desde su creación, los investigadores del departamento de Ciencias Espaciales se han dedicado al estudio del Sistema Solar. En las dos últimas décadas y gracias al avance de la ciencia y la tecnología, los investigadores han creado nuevas líneas de investigación, como ha sido el caso del Clima Espacial, la Geología Planetaria y las relaciones Sol-clima-biota.

Actualmente, el departamento cuenta con 11 investigadores y 3 técnicos académicos y, cada uno de ellos realiza trabajo de investigación en: Física del Medio Interplanetario, Física Magnetosférica, Física de Plasmas, Física de Rayos Cósmicos, Geología Planetaria, Física Planetaria, Física Solar, Relaciones Sol-planetas, Física de Partículas Solares, Métodos de Predicción de Fenómenos Estocásticos, Física de las Relaciones Sol-Tierra (Helioclimatología), Física Ionosférica, Ciencias Planetarias, Física del Medio Interplanetario, Clima Espacial, Física Magnetosférica, Física de Plasmas Polvosos, Ciencias Planetarias, Geología Planetaria y Ciencias Planetarias.

El DCE también cuenta con los siguientes observatorios:

- La estación de Rayos Cósmicos ubicada en Ciudad Universitaria.
- El observatorio de Rayos Cósmicos ubicado en Sierra Negra.
- El radio-interferómetro solar ubicado en Ciudad Universitaria.
- La estación de resonancias Schumann ubicada en Michoacán.
- El Radio Observatorio Solar que se ubicará en Ciudad Universitaria. (En construcción)
- La Red Mexicana de Meteoros formada por detectores que se colocarán en diferentes regiones del territorio nacional. (En construcción)
- La estación de Radio-sondeo Ionosférico que se ubicará en el Estado de México. (En construcción)

### Metas anuales

- a) Publicar al menos uno artículo de investigación por investigador, por año, en revistas internacionales del SCI.
- b) Presentar los resultados de las investigaciones en foros nacionales e internacionales.
- c) Impartir cursos a nivel licenciatura y posgrado.
- d) Dirigir tesis de licenciatura, maestría y doctorado.
- e) Participar en actividades de difusión y divulgación en diferentes foros.
- f) Realizar estancias de investigación y colaborar en proyectos internacionales.
- g) Participar en actividades colegiadas e institucionales como miembros de comités.
- h) Organizar eventos académicos.
- i) Elaborar reportes referentes a los laboratorios.

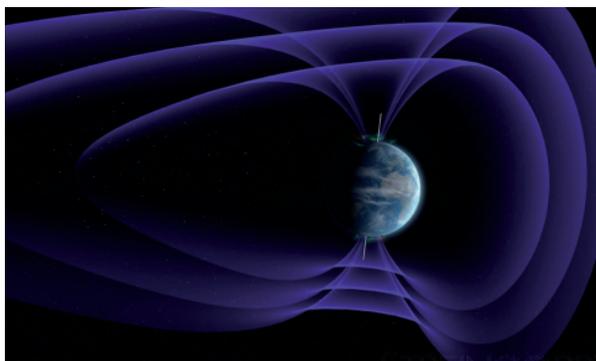
### Indicadores de avance

- a) Publicación de los resultados obtenidos en, al menos un artículo de investigación por investigador, por lo que en conjunto se propone la publicación de al menos, 11 artículos por año.
- b) Consolidación de los observatorios existentes proporcionando, en la medida de lo posible, datos en tiempo real en Internet.
- c) Creación del Radio Observatorio Solar, de la Red Mexicana de Meteoros, de la estación de Radio-sondeo Ionosférico.
- d) Creación operacional total de la estación de resonancias Schumann.

## Departamento Geomagnetismo y Exploración

### Presentación

El Departamento de Geomagnetismo y Exploración (DGEG) cuenta con la gran característica de multidisciplinariedad e interdisciplinariedad de las líneas de



investigación que ahí se desarrollan, otra de sus fortalezas es la calidad académica profesional de su personal. Además, sus investigadores y técnicos realizan una importante labor en la formación de recursos humanos. Los diferentes proyectos llevados a cabo por su personal inciden en investigación básica y aplicada, además de realizar también desarrollo tecnológico, una importante labor de este departamento es la repercusión que sus actividades tienen en el bienestar social, particularmente sus actividades en la evaluación de subsidencia y hundimientos. Cabe señalar que los servicios: geomagnético y de geodesia satelital fueron concebidos por los miembros de este departamento. Igualmente hay que destacar que su personal académico se encarga del funcionamiento de los siguientes 11 laboratorios: Termoluminiscencia, Espectrometría de masas, Radiación Natural, Cartografía Digital (CARDI), Paleolimnología, Paleoceanografía y Paleoclimas, Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Universitario de radio carbono (LUR), de análisis de núcleos de perforación, Paleomagnetismo, Registros geofísicos y de estratigrafía de secuencias.

Las líneas de investigación de DGEG también son múltiples, dentro de las que destacan: Exploración geofísica, Geofísica marina, Geoquímica isotópica y geocronología, Geoquímica ambiental, Paleoambientes y paleoclimas, Paleomagnetismo, Radiocarbono y radiactividad natural. Dichas líneas de investigación son desarrolladas por 14 investigadores, 11 técnicos académicos, y tres posdoctorantes, además varios

alumnos de licenciatura y posgrado que están desarrollando sus tesis correspondientes dentro de estas líneas de investigación. El departamento también cuenta con el apoyo de seis miembros del personal administrativo. Estas líneas de investigación permiten el desarrollo de 25 proyectos financiados con recursos externos al IGF y 20 proyectos internos.

La misión y objetivos del DGEG son llevar a cabo investigación científica: básica, aplicada y de desarrollo tecnológico; realizar la formación de profesionistas e investigadores, mediante la impartición de cursos y la dirección de trabajos de tesis en los programas de licenciatura y posgrado atinentes a las Ciencias de la Tierra, en particular en las líneas de investigación antes mencionadas; así como, difundir los resultados de sus investigaciones y proyectos, mediante la organización, promoción y participación en congresos, reuniones, y seminarios, tanto nacionales como internacionales; también a través de conferencias, material impreso, videos e Internet. Los once laboratorios a cargo de su personal generan conocimiento y productos de valor agregado a partir de observables directos, ya sea con medidas en muestras de rocas y fluidos, o indirectos a partir de instrumentos de medición y/o de sistemas remotos y su fusión con técnicas complementarias de percepción remota satelital en océanos, zonas de subducción, volcanes activos, áreas que experimentan subsidencia del terreno y otras zonas de interés geológico.

La visión del DGEG para el siguiente cuatrienio es continuar con su misión y objetivos primarios, para propiciar su crecimiento siguiendo las tendencias del plan de desarrollo de la UNAM y de prioridad nacional, además deberá proyectarse de tal forma que su crecimiento sea ordenado y no caigamos en la situación de una diversificación de líneas de investigación en lugar de un fortalecimiento de líneas básicas en investigación. Para ello es deseable la incorporación de nuevos miembros del personal académico, así como la incorporación de nuevos posdocs y la inclusión de alumnos de licenciatura y posgrado en los proyectos que el DGEG desarrolla. Indudablemente la actualización e incremento de su

infraestructura son necesarios en todo momento, sobre todo en los 11 laboratorios de los que se encarga su personal. Continuar con la recopilación e interpretación de datos geofísicos procurando la creación de repositorios en formatos adecuados para mayor accesibilidad, así como continuar con la elaboración de proyectos de financiamiento externo.

### *Diagnóstico*

Dentro de sus grandes fortalezas está la capacidad que sus académicos tienen para realizar actividades con diversos grupos de investigación exteriores al propio departamento, ya sea con sus pares de la UNAM, con investigadores en otras dependencias nacionales o bien con Universidades y centros de investigación de otras naciones, justamente debido a que sus líneas de investigación son multidisciplinarias, como ya se mencionó en el apartado anterior. Dichas líneas de investigación son desarrolladas por 14 investigadores, 11 técnicos académicos, y tres posdoctorantes, además varios alumnos de licenciatura y posgrado que están desarrollando sus tesis correspondientes dentro de estas líneas de investigación

Sin duda alguna este departamento tiene la oportunidad de crecer en número fortaleciendo sus líneas de investigación, teniendo en cuenta que actualmente las 29 sub-líneas de investigación son realizadas por 25 académicos, es deseable incorporar nuevos recursos humanos que vengán a enriquecer los proyectos de investigación que aquí se desarrollan, así como atraer nuevos proyectos y una dinámica más acelerada de los quehaceres de investigación que sin duda reeditarán al departamento no sólo con recursos económicos y de infraestructura, sino también con una mayor productividad en publicaciones de artículos indizados, mayor número de recursos humanos formados y grupos de investigación líderes en sus líneas de investigación.

Aunque el departamento tiene muchas fortalezas también existen algunos puntos débiles que deberán subsanarse en un futuro cercano, es claro que 25 miem-

bros de personal académico no son suficientes para desarrollar tantas líneas del conocimiento, por lo que es deseable impulsar las líneas de investigación con mayor relevancia dentro de los tópicos de prioridad nacional, de la UNAM, del plan de desarrollo del IGF y del futuro en las ciencias de la Tierra, por lo que una disminución del número de líneas, cuidando que los ejes centrales de estas cumplan los tópicos antes mencionados, es muy deseable.

El crecimiento de este departamento también debe seguir las tendencias del plan de desarrollo de la UNAM y de prioridad nacional, deberá proyectarse de tal forma que su crecimiento sea ordenado y no caigamos en la situación de un aumento en el número de líneas de investigación en lugar de un fortalecimiento de líneas básicas en investigación.

Actualmente el departamento tiene necesidad de espacios físicos para la adecuada realización de sus labores, tanto para albergar a los recursos humanos de nuevo ingreso como para la instalación de nuevos equipos de laboratorio. Es claro que si el departamento crece las necesidades de espacio serán aún mayores.

Una amenaza permanente en la investigación del departamento es que está sujeta a los recursos gubernamentales presupuestados para la UNAM, de tal suerte que la disminución del PIB del país se reflejará en una contracción de los presupuestos de la investigación científica y por ende para nuestro departamento. Este departamento también cuenta con recursos allegados por proyectos de vinculación con la industria, sin embargo esto también puede convertirse en amenaza en el momento en que dichos proyectos no incluyan innovación metodológica haciéndolos simplemente servicios a un cliente, como los que ofrecen las empresas de consultoría privadas.

#### **Metas anuales**

- a) Gestionar proyectos con financiamiento externo al IGF.

- b) Publicación de artículos científicos en revistas indizadas y circulación internacional.
- c) Realizar conferencias en congresos nacionales e internacionales.
- d) Realizar conferencias de divulgación y difusión de las ciencias de la Tierra.
- e) Realizar publicaciones en revistas de difusión y divulgación.
- f) Colaborar en el desarrollo institucional.
- g) Realizar acciones de vinculación con la sociedad.
- h) Impartición de cursos a nivel licenciatura.
- i) Impartición de cursos a nivel posgrado.
- j) Direcciones de tesis.
- k) Incrementar y actualizar la infraestructura del DGEG.
- l) Realizar mapas de riesgo de subsidencia.

#### **Indicadores de avance**

- a) Número de proyectos con financiamiento externo al IGF.
- b) Número de publicaciones en revistas indizadas y de circulación internacional.
- c) Número de conferencias en congresos nacionales e internacionales.
- d) Número de conferencias de divulgación y difusión de las ciencias de la Tierra.
- e) Número de publicaciones en revistas de difusión y divulgación.
- f) Número de acciones de colaboración para el desarrollo institucional.
- g) Número de acciones de vinculación con la sociedad.
- h) Número de alumnos graduados de licenciatura y de posgrado.
- i) Número de cursos impartidos a nivel de licenciatura y de posgrado.
- j) Renovación de infraestructura de laboratorios.
- k) Instrumental de nueva adquisición.
- l) Software de nueva adquisición.

- m) Renovación de mantenimiento de Software.
- n) Colaboraciones con instituciones nacionales.
- o) Colaboraciones con instituciones internacionales.
- p) Número de estudiantes y posdoctorados asociados al DGEG.

## Departamento Recursos Naturales

### Presentación

En el departamento de Recursos Naturales se desarrollan líneas de investigación relacionadas con la exploración, evaluación y gestión integrada de los georrecursos, la calidad del agua, la geofísica computacional y el análisis de imágenes digitales multiespectrales y de radar con fines de prospección y conservación del medio ambiente.

### Diagnóstico

La planta académica del DRN cuenta actualmente con 11 Investigadores y 10 técnicos académicos y dos cátedras CONACyT.

La Unidad está enfocada en tres temas con una orientación específica por líneas de investigación: Modelación, Sistemas hidrotermales activos y fósiles e Hidrogeología Ambiental.



Como apoyo para la investigación se tienen cuatro laboratorios

- Química Analítica
- Petrografía
- Flúidos Hidrotermales
- Investigación en Geoquímica

### Metas Anuales:

- a) Aumento en los proyectos PAPIIT
- b) Incremento en la colaboración con entidades externas a la UNAM.
- c) Incrementar el número de alumnos en servicio social, y en tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado.
- d) Incrementar la cantidad de proyectos de servicio externos.
- e) Dar continuidad a los proyectos que actualmente se tienen los cuales son:
  1. ENER-Hidrocarburos
  2. GeoParque en el estado de Hidalgo
  3. Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad proyecto: Cosecha de Agua de Lluvia
  4. Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad proyecto: Evolución hidrogeoquímica y ambiental de la zona circundante al campo geotérmico dentro del proyecto global: EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL CAMPO GEOTÉRMICO CERRO PRIETO, FASE IV (apoyado por la Comisión Federal de Electricidad).
  5. Proyecto de colaboración "Chemical speciation and natural attenuation of arsenic, antimony, and heavy metals in soils and sediments contaminated by mine tailings" CONACYT-TAMU (Universidad de Texas A & M).
  6. "Estudio de la productividad primaria de los Lagos Menor y Mayor de la 1ª sección del Bosque de Chapultepec a través de imágenes sateli-

tales en tiempo real y sobre el impacto de los tóxicos y contaminantes en especies nativas”, proyecto FOMIX CONACYT- GDF.

7. CeMIE-Geo P-01 – RMPL Proyecto SENER-Conacyt del CeMIE-Geo: Mapas de gradiente geotérmico y flujo de calor para la república mexicana.
8. CeMIE-Geo P-02 – REVE Mapa de provincias geotérmicas de México a partir de la geoquímica de fluidos y distribución de acuíferos: herramienta para la exploración y desarrollo de recursos geotérmico convencionales.
9. CeMIE-Geo Laboratorios Especializados del CeMIE-Geo.
10. CeMIE-Geo –Formación de Recursos Humanos de Excelencia en Geotermia
11. GEMEX-dos proyectos: Flujo de Calo y Exploración con emanaciones de mercurio
12. SENER-CONACYT 152823: Proyecto Conacyt-SENER: Evaluación de los Recursos Geotérmicos de la Península de Baja California, Continentales, Costeros y Marinos.
13. Entidad CONACYT. Convocatoria 2016 para desarrollar Repositorios Institucionales de Acceso Abierto a la Información Científica. Repositorio de Recursos Geotérmicos para México. Responsable Dra. Ruth Esther Villanueva Estrada

#### Planeación de actividades

- a) Obtener ingresos extraordinarios a través de proyectos CONACYT, organizaciones internacionales y contratos con instituciones gubernamentales y privadas.
- b) Fomentar la comunicación entre investigadores y técnicos del DRN, e integrar estudiantes en todos los proyectos.
- c) Promover los proyectos multidisciplinarios entre los miembros del DRN y en colaboración

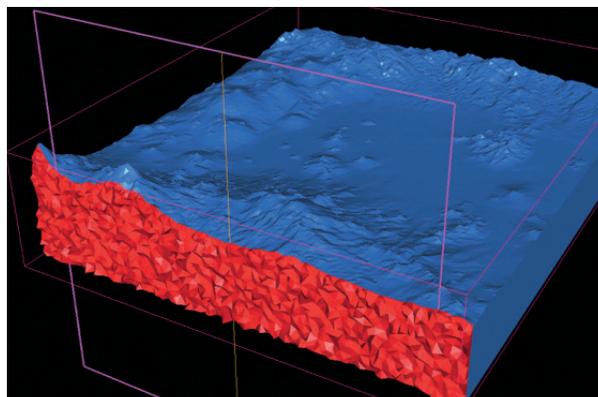
con los otros departamentos del IGF y con otras entidades académicas nacionales e internacionales.

- d) Facilitar el acceso al equipo y laboratorios del DRN. Con este objetivo se establecerán reglamentos de uso y servicio para cada laboratorio, de acuerdo con los lineamientos generales del Reglamento Interno del IGF.
- e) Proponer la compra compartida de software con licencias para usuarios múltiples a través de reuniones departamentales, así como de imágenes ópticas y de radar.

### Departamento Sismología

#### Presentación

El Departamento de Sismología es actualmente el centro de investigación sismológica más importante en el país. En los pasados 10 años se ha venido trabajando en líneas clásicas de investigación, desde la estadística sismológica, la fuente de los sismos, la propagación de ondas y el medio por donde viajan, hasta el efecto de sitio que comprende el peligro sísmico. Estos límites y la definición de la sismología ya se han tenido que extender para entender fenómenos como sismos tsunamigénicos y sismos silenciosos entre otros, así ya se incorporan la computación de alto rendimiento, la geodesia,



observatorios sísmicos oceánicos, y técnicas eléctricas dentro de los estudios de nuestro departamento.

Nuestra misión es usar las herramientas de la sismología para entender la Tierra y la fenomenología de los sismos, en particular en México para el beneficio de todos.

Nuestra visión es mantener el alto nivel de estudios que permite al Departamento ser el líder de sismología en el país. A la vez, se reconoce el esfuerzo que el gobierno hace para aumentar la actividad científica por todo el país, con nuevos centros de investigación, haciendo que su avance represente una oportunidad para nuestro departamento, en cuestión de colaboraciones y de intercambios de estudiantes. Así que ser líder significa promover la sismología en todo el país.

### Objetivos

- Promover la investigación de la sismología para entender los aspectos fundamentales de la geofísica en la Tierra.
- Conseguir y mantener infraestructura de clase mundial: instalaciones, equipos, y conocimiento técnico.
- Proporcionar educación a nivel mundial, tanto en el posgrado como en las facultades y para los estudiantes bajo nuestra tutela.
- Nuestras funciones incluyen investigación, educación y divulgación. En caso de sismos grandes se aumenta la divulgación y educación al público, aunque esto forma parte cotidiana de nuestras funciones también.

### Diagnóstico

#### Externo

- El estado externo al Departamento afecta a sus estudios en tres maneras negativas principalmente:
  1. Los proyectos de CONACYT han sido muy limitados en los últimos años. El precio del petróleo

es bajo y los fondos del gobierno están más limitados que lo normal. En respuesta, CONACYT ha bajado la cantidad de proyectos de ciencia básica y ha separado la adquisición de equipos en otros proyectos, fuera de proyectos de ciencia básica, que están diseñados para compartir los equipos entre varias instituciones.

2. El nivel de peligro, asociado con la inseguridad, ha aumentado en el país, en particular en regiones de interés científico.
3. La burocracia limita la productividad. Las compras internacionales son complicadas y requieren de mucho tiempo para realizarse. Reembolsos, compras, y regularizaciones requieren formatos y/o sistemas diferentes y resulta en mucho tiempo de consulta con el personal administrativo o errores que causan pérdidas de tiempo.

También el entorno externo tiene sus afectos positivos:

1. El gobierno sigue apoyando a la institución principal de la sismología en el país, el Servicio Sismológico Nacional. Esto es muy importante para cualquier estudio sismológico; sin embargo, la red sísmica permanente no es muy densa y se requieren proyectos densos locales para hacer nueva ciencia.
2. La estructura de la placa tectónica en México es única en el mundo por la geometría de la zona de subducción, y esto resulta en mucho interés de grupos de investigación extranjeros. Esto ha llevado a fructíferas colaboraciones con institutos estadounidenses, francés, y japoneses entre otros, que apoyan el financiamiento de proyectos de gran escala en México.
3. Los ciudadanos saben que los sismos representan un peligro y están dispuestos a apoyar los estudios de la UNAM, por ejemplo, prestando terreno para estudios temporales.

4. A los medios de comunicación les interesa divulgar y difundir información de los sismos. Esto es una manera masiva de educar al público.

plan asociado con la nueva unidad incluyendo posibles plazas y cátedras.

### Metas anuales

Las Metas del Departamento que se mantienen sin cambios de un año a otro:

1. Publicar resultados de estudios científicos.
2. Obtener apoyo de PAPIIT, CONACYT y otros fondos similares para la realización de proyectos.
3. Formación de recursos humanos de alta especialización.

Las metas para cada año:

#### 2018:

1. Restablecer las Conferencias semanales del Departamento de Sismología que se llama Sismocion Libre.
2. Expandir a los estudios en el mar del Departamento para incluir a sismómetros al fondo de mar (OBS – ocean bottom seismometer) e instrumentos geodésicos al fondo de mar (GPS-A – acoustic GPS y OBP – ocean bottom pressure gauge).
3. Solicitar una plaza de técnico académico por honorarios para cumplir con las tareas de SATREPS.
4. Buscar el espacio adecuado para el almacenamiento del equipo y herramienta de trabajo de campo.

#### 2019:

1. Desarrollar estudios de la expansión del fondo del mar.
2. Analizar nuestro futuro y enlace en la Unidad de Geociencias para la Sostenibilidad y crear un

#### 2020:

1. Publicar resultados iniciales de los estudios del fondo del mar.
2. Iniciar estudios de sismicidad inducida.

#### 2021:

1. Presentar resultados iniciales de sismicidad inducida.

Indicadores de avance

Indicadores de avance y resultados/entregables de las metas que se mantienen sin cambios:

1. Número de publicaciones en revistas indizadas.
2. Número de proyectos aprobados.
3. Número de estudiantes graduados, de licenciatura y posgrado.
4. Número de Conferencias denominadas Sismocion Libre.

### Programas anuales / Planeación de actividades

#### 2018:

1. Se planearán las Conferencias dentro del Programa Sismocion Libre.
2. Se instalarán instrumentos al fondo del mar.
3. Se trabajará con la Dirección para buscar opciones para más almacenamiento.

#### 2019:

1. Se promoverán presentaciones en congresos.
2. Se reunirá el Departamento para analizar nuestro futuro en la Plan para la Unidad de Geociencias para la Sostenibilidad.

**2020:**

1. Se buscará la colaboración en proyectos con otras dependencias internas y externas a la UNAM, a fin de obtener fondos que permitan hacer publicaciones conjuntas y la minimización de costos .

**2021:**

1. Se continuarán colaboraciones para buscar fondos conjuntos.

## Departamento Vulcanología

### Presentación

El Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica de la UNAM tiene entre sus objetivos integrar la experiencia y capacidad de trabajo de sus investigadores en diferentes campos de las geociencias, y la de sus estudiantes de posgrado en todos los niveles, para estudiar la naturaleza de los fenómenos volcánicos y sus efectos. Los resultados de esos estudios se traducirán en una mejor comprensión de los procesos terrestres, del ámbito que nos rodea, y se aplicarán en reducir el riesgo volcánico y favorecer la convivencia de la sociedad con los volcanes.



La comprensión profunda de las causas y del potencial destructivo de los fenómenos volcánicos, acompañada de la capacidad de prevenir y comunicar a la sociedad la información necesaria de los factores de riesgo en términos de escenarios precisos, permite sentar las bases para las acciones encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad y de su infraestructura para la prevención de potenciales desastres originados por la actividad volcánica. También provee a la sociedad y a las autoridades responsables de su seguridad de más y mejores factores de decisión para el adecuado uso del suelo y un eficiente aprovechamiento de los recursos naturales.

No menos importante es la formación de recursos humanos. La participación en los programas de licenciatura y posgrado en las instancias docentes de la UNAM, es el mecanismo que permite la continuidad de los programas de investigación y de renovación del personal de investigación. El programa de posdoctorado contribuye además, al intercambio de experiencias con otros centros de investigación.

### Diagnóstico

Los investigadores del área de vulcanología, después de haber permanecido en el Departamento de Sismología desde la consolidación del Instituto de Geofísica, pasaron a integrar el actual Departamento de Vulcanología en 2003, debido al incremento continuo de la plantilla de investigadores dedicados a esa materia y al reconocimiento de su madurez académica por parte de las autoridades universitarias. En la actualidad cuenta con diez investigadores, dos técnicos académicos asociados C y dos técnicos por honorarios con cargo a proyectos especiales con equivalencia de asociado C.

La productividad científica actual del Departamento de Vulcanología promedia unos 15 a 20 artículos indizados por año. En la actualidad se encuentran más de 30 estudiantes desarrollando tesis de grado en el Departamento, un 20% son extranjeros, lo cual muestra que el departamento tiene una proyección que so-

bre pasa el ámbito local. Cinco de los investigadores del Departamento son editores asociados de revistas internacionales de prestigio y varios ocupan posiciones de consulta y decisión en organismos internacionales, tales como la International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior o la International Atomic Energy Agency.

Los principales factores de diagnóstico de la actividad académica del Departamento, son la productividad científica, la formación de recursos humanos, las acciones de vinculación (incluidos los proyectos vigentes) y el reconocimiento internacional de sus miembros. Tomando en cuenta que la información sobre estos factores es cambiante, la hemos remitido a un Apéndice anexo al presente documento, el cual puede ser actualizado con la frecuencia necesaria.

Como parte esencial de este diagnóstico, es necesario subrayar que el espacio físico (oficinas y laboratorios), instrumentación y parque vehicular requerido para trabajo de campo e investigación, son insuficientes para los requerimientos de la labor académica.

### **Metas**

Para lograr estos objetivos se contempla continuar y desarrollar a profundidad las metas siguientes según el tema de investigación correspondiente:

#### ***Historia eruptiva de volcanes, calderas y campos monogenéticos de México y de otros países***

- Identificación y fechamiento de depósitos de erupciones pasadas y determinación de sus distribuciones, y de sus características geoquímicas y granulométricas.
- Determinación de parámetros eruptivos, volúmenes emitidos, altura de columnas, tasas de emisión y mecanismos de fragmentación. Estimación de magnitudes eruptivas.
- Recopilación y revisión crítica de las historias eruptivas.

- Estudio de la relación de los eventos eruptivos con otros fenómenos naturales tales como ocurrencia de sismos y desglaciación.
- Estudios sísmológicos, geodésicos, gravimétricos, magnetométricos y de otros campos para determinar la influencia de los factores estructurales locales y regionales en la actividad volcánica.
- Estudio y caracterización de zonas geotérmicas.
- Integración de bases de datos.

#### ***Evaluación del peligro volcánico y metodologías de mitigación del riesgo***

- Metodologías y protocolos de elaboración de mapas de peligro y riesgo volcánico.
- Desarrollo de herramientas de simulación de procesos volcánicos.
- Determinación de escenarios eruptivos y de sus probabilidades. Elaboración de árboles de eventos para los volcanes de estudio.
- Desarrollo de instrumentación y de métodos geofísicos y geoquímicos de monitoreo volcánico. Instalación y operación de dispositivos de monitoreo volcánico.
- Elaboración de métodos y modelos de pronóstico de la actividad eruptiva.
- Elaboración de modelos y simuladores de los procesos eruptivos y sus efectos.
- Participación y colaboración coordinada en casos de crisis volcánica.

#### ***Naturaleza de los procesos de ascenso del magma y volátiles asociados.***

- Estudio de los procesos físicos y químicos en sistemas magmáticos y sus interacciones con la corteza.
- Estudio de mecanismos de transporte de magma y fluidos asociados.
- Modelación de sistemas magmáticos y determinación de tasas de ascenso de magma en volcanes específicos.

- Estudio de las emisiones de volátiles volcánicos a la atmósfera, relación con los procesos magmáticos e impacto en el ambiente.
- Estudios petrológicos de las condiciones pre-eruptivas de los magmas.
- Estudio y modelación de procesos geotérmicos.

#### *Estudio de la dinámica de las erupciones volcánicas.*

- Estudio de los procesos físicos y químicos en las nubes volcánicas y desarrollo de métodos para su observación.
- Estudio de procesos físicos asociados al transporte y emplazamiento de productos piroclásticos: flujos, oleadas y de caída.
- Estudio de procesos de transporte y emplazamiento de lavas.
- Estudio de las interacciones de magma con aire, agua y hielo.
- Estudio de mecanismos de colapso de estructuras volcánicas y del transporte y emplazamiento de productos de derrumbe.
- Estudio de las estructuras internas de los edificios volcánicos.
- Estudio de la fuente sísmica y el medio de propagación bajo volcanes
- Volcano-tectonismo: relación entre la actividad volcánica y la sismicidad tectónica

#### *Reconocimiento e interpretación de los precursores de las erupciones*

- Adquisición y análisis de señales sísmicas, geodésicas, geoquímicas, térmicas, de campos potenciales, y de otra naturaleza para la búsqueda de precursores de las erupciones.
- Investigación sobre los procesos que generan los precursores para precisar su naturaleza.
- Desarrollo de metodologías de identificación temprana e interpretación de los precursores.

- Desarrollo de metodologías para la elaboración de escenarios de riesgo en términos de los precursores detectados.
- Desarrollo de técnicas de integración de bases de datos volcánicos.

#### *Estudios sobre el impacto de la actividad volcánica en la sociedad y en el medio ambiente*

- Desarrollo de metodologías de pronóstico y evaluación del impacto de la actividad volcánica en el ambiente, en la salud, en comunidades y en servicios públicos e infraestructura.
- Investigación sobre la percepción del riesgo volcánico y elaboración de mecanismos de unificación de la misma.

#### *Indicadores*

La productividad académica del Departamento de Vulcanología se encuentra por encima de la media universitaria, y el número de estudiantes es satisfactorio, un aumento del número de publicaciones científicas indexadas, y un mayor número de estudiantes que obtengan sus grados son metas e indicadores del desarrollo académico. Para este propósito es indispensable dar seguimiento a las estrategias que se plantean en la siguiente sección.

#### *Planeación de actividades.*

Se buscará alcanzar los objetivos propuestos por medio de diversas estrategias, entre las que destacan:

- Fomentar la participación de estudiantes graduados en los proyectos de investigación y en la producción de artículos de investigación
- Buscar mayor interacción entre los investigadores del Departamento de Vulcanología y con investigadores de otros Departamentos e Institutos para el desarrollo de proyectos multidisciplinarios

- Incrementar la colaboración con organismos externos en las áreas de interés, particularmente con los sistemas de Protección Civil en los tres niveles de gobierno.
- Buscar y aprovechar oportunidades de colaboración y financiamiento internacional para la realización de trabajos de investigación en las líneas mencionadas.

Para este propósito es indispensable contar con un mayor número de plazas e incorporar a las mismas a investigadores con formación geofísica. Asimismo, es necesario contar con dos plazas para técnicos académicos, una de ellas para un especialista en computación. En este sentido es conveniente aclarar que en los temas de investigación señalados anteriormente, se incluyen implícitamente aspectos de computación de orden diverso, a saber:

- a) Las labores ordinarias de las actividades que realizan los investigadores descansan en la utilización de diversos tipos de programas comerciales y del uso de Internet.
- b) La modelación de procesos volcánicos depende esencialmente de modelos numéricos con diferente grado de complejidad; estos pueden requerir del uso de cómputo en paralelo, supercomputo u otros sistemas complejos. Este tipo de sistemas está disponible en otras dependencias de la UNAM- por ejemplo la computadora Miztli de la DGTIC- o de otras instituciones y la labor del técnico consistiría en asistir a los investigadores en la obtención de permisos, utilización y operación de los sistemas.
- c) Investigaciones relacionadas con el empleo de métodos geofísicos tales como sismológicos, potenciales y electromagnéticos requieren del procesamiento de grandes cantidades de datos que se hace difícil o lento cuando no imposible en computadoras personales.

Asimismo, es esencial aumentar el número de oficinas y laboratorios disponibles para investigadores y estudiantes, así como el parque vehicular para los trabajos de campo, e incrementar el instrumental observacional y analítico.

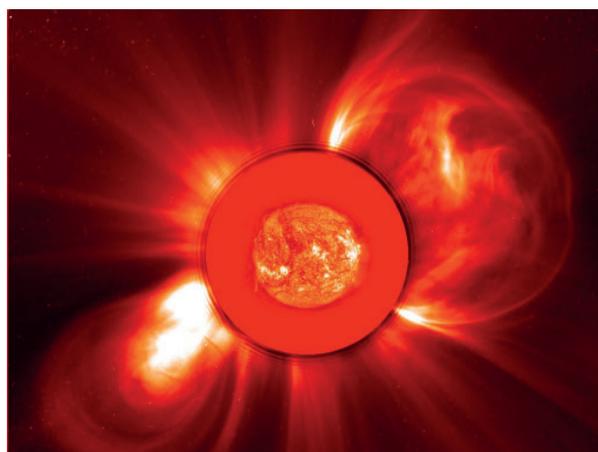
En particular es necesario contar con una litoteca o espacio para conservar las muestras testigo de innumerables trabajos realizados por los investigadores del departamento.

Por otra parte, es fundamental dar mantenimiento a la instrumentación con la que cuenta el Departamento y en su caso, plantear su renovación, y ampliar las capacidades instrumentales con que se cuenta.

## Unidad Michoacán

### Presentación

La UM-IGf se dedica al estudio de los fenómenos naturales y ambientales que ocurren en la Tierra y en el Espacio para poder comprender sus causas y mitigar sus daños. Para llevar a cabo estos estudios, la UM está organizada en tres secciones que son: 1) Heliofísica y Clima Espacial, 2) Geomagnetismo y Geofísica Ambiental y 3) Peligros y Riesgos por Fenómenos Naturales. El grupo de Heliofísica y Clima Espacial investiga y vigila las tormentas solares que en el espacio liberan enormes



cantidades de energía que puede afectar severamente las condiciones del campo geomagnético, ocasionar fallas en la operación de diversos sistemas tecnológicos, interrupciones a los sistemas de telecomunicaciones y daños económicos significativos. El grupo de Geomagnetismo, Paleomagnetismo, Arqueomagnetismo y Magnetismo Ambiental, estudia temas regionales como la paleotectónica de la porción oeste de la Faja Volcánica Mexicana, la estratigrafía magnética de alta resolución de las unidades volcánicas y sedimentarias, los volcanes recientes del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG), los sitios arqueológicos del estado de Michoacán y Jalisco y la contaminación por metales pesados en materiales ambientales, como suelos y plantas en áreas urbanas y rurales para monitorear la contaminación ambiental. El grupo de peligros y riesgos por fenómenos naturales, estudia los fenómenos sísmicos, volcánicos, derrumbes e inundaciones que provocan cuantiosos daños materiales y la sensible pérdida de vidas humanas. Con este fin, realizan estudios multidisciplinarios que incluyen petrología, geoquímica y geofísica, para entender el ascenso y la evolución de los magmas, así como las características del entorno y fenómenos que lo afectan y modifica. Muchas de estas regiones están asociadas a campos geotérmicos en explotación o con un gran potencial por analizar. Los resultados de estas actividades se comparten con otras instituciones y con autoridades Estatales y de Protección Civil, para mitigar los peligros naturales y ambientales en la región.

En sus instalaciones, la UM cuenta con la sede del Servicio de Clima Espacial, con los laboratorios del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica y colabora con el Servicio Sismológico Nacional y el Servicio Magnético. Asimismo, se desarrolla un número muy importante de actividades de divulgación y vinculación en el ámbito regional, nacional e internacional. La UM tiene un cuerpo académico maduro y consolidado que desarrolla líneas de investigación diferentes y complementarias a las de otros Centros que cultivan las Geociencias en el país, y participa activamente en

las tres tareas sustantivas de la UNAM, por lo que en un futuro cercano podría constituirse en un nuevo Centro de investigación, surgido del Instituto de Geofísica.

### Diagnóstico

La UM-IGf cuenta con dos sedes que son sus instalaciones en la UNAM Campus Morelia y en la Ciénega de Coeneo. La UM cuenta con 16 investigadores (siete académicos de la UNAM y nueve catedráticos del CONACyT), nueve técnicos académicos, seis posdoctorados, tres técnicos contratados por servicios profesionales, tres miembros del personal de confianza, 16 trabajadores de base y alrededor de 50 estudiantes de prácticas profesionales, licenciatura y posgrado. Estos académicos y estudiantes están organizados en tres secciones 1) Heliofísica y Clima Espacial, 2) Geomagnetismo y Geofísica Ambiental y 3) Peligros y Riesgos por Fenómenos Naturales.

El grupo de Heliofísica y Clima Espacial consiste de dos investigadores titulares, cinco investigadores en cátedras CONACyT, dos posdoctorados y tres técnicos académicos. El grupo es reconocido internacionalmente por sus estudios y colaboraciones en clima espacial. Sus principales líneas de investigación son:

- Manifestaciones de actividad solar (ráfagas, partículas energéticas, eyecciones de masa coronal y estallidos de radio).
- Propagación de tormentas solares en el medio interplanetario.
- Efectos de las tormentas solares en el campo geomagnético y en la ionosfera.
- Estudios de perturbaciones ionosféricas.
- Rayos cósmicos.
- Clima espacial.

El grupo de Geomagnetismo y Geofísica Ambiental está constituido por un investigador, tres técnicos académicos titulares, un posdoctorado y una técnica administrativa. Sus líneas de investigación principales son:

- Geomagnetismo
- Paleomagnetismo
- Arqueomagnetismo
- Magnetismo Ambiental

El grupo de Peligros y Riesgos por Fenómenos Naturales consiste de cuatro investigadores, cuatro cátedras CONACyT, tres posdoctorados, tres técnicos académicos y tres técnicos académico contratados por servicios profesionales. El grupo se ha establecido como un referente nacional en estudios de peligros por fenómenos naturales, petrología experimental de sistemas magmáticos y recientemente en geotermia. Sus principales líneas de investigación son:

- Procesos volcánicos
- Sistemas magmáticos y condiciones pre-eruptivas
- Origen de volátiles magmáticos y procesos de evolución magmática
- Geotermia
- Peligros por fenómenos naturales
- Mapas de peligros
- Estructura de velocidades del subsuelo y zonas volcánicas usando ruido sísmico
- Análisis de fuente e interacción sísmica de terremotos en la zona de subducción
- Estudio de sismicidad inducida y peligro sísmico asociado.

En conjunto con otras dependencias de la UNAM y otras Instituciones, la UM-IGf opera un Laboratorio Nacional, un Laboratorio Universitario, seis laboratorios interinstitucionales, tres laboratorios de grupo y dos servicios, que son:

Laboratorios:

1. Laboratorio Nacional de Clima Espacial
2. Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental (LUGA)
3. Laboratorios Interinstitucional de:
  - a. Magnetismo Natural (LIMNA)
  - b. CeMIE Geo Unidad de Petrología Experimental

- c. CeMIE Geo Unidad de Microanálisis
- d. CeMIE Geo Unidad de Sistemas de Información Geográfica (Lab. Análisis de Riesgos)
- e. CeMIE Geo Unidad de Vulcanología y Granulometría
- f. CeMIE Geo Unidad de Fluidos Geotérmicos

Laboratorios de Grupo:

- a. Petrografía
- b. Análisis de Partículas y Separación de Minerales
- c. Electrónica

Servicios:

1. Servicio de Clima Espacial
2. Servicio Arqueomagnético

La UM colabora con el Servicio Sismológico Nacional y el Servicio Magnético. Asimismo, se desarrollan un número muy importante de actividades de divulgación, vinculación y difusión en el ámbito regional, nacional e internacional que atraen a cientos de personas anualmente. La UM tiene un cuerpo académico maduro y consolidado que desarrolla líneas de investigación diferentes y complementarias a las de otros Institutos y Centros de Investigación que cultivan las Geociencias en el país y participa activamente en las tres tareas sustantivas de la UNAM, por lo que en un futuro cercano podría constituirse como nueva dependencia surgida del Instituto de Geofísica.

La UM del IGf participó en la creación el Plan de Estudios de la Licenciatura de Geociencias de la Escuela Nacional de Estudios Superiores ENES-Morelia en donde en la actualidad se colabora activamente en la impartición de clases y tutorías a los alumnos. La UM participa en dos programas de posgrado de la UNAM: Ciencias de la Tierra y Geografía, ambos con sedes en el Campus Morelia. Asimismo, participa en el programa de posgrado de Geociencias y de Planificación del Territorio del Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Los investigadores y técnicos académicos de la UM-IGf también asesoran

a estudiantes de las Facultades de Ingeniería y Ciencias de la UNAM, Campus CU y a estudiantes del Instituto Tecnológico de Tacámbaro. En la actualidad, la UM tiene una población de estudiantes cercana a 44 alumnos: nueve de doctorado, ocho de maestría, tres de licenciatura y 24 de servicio social y residencias profesionales.

Los proyectos de investigación de los académicos de la UM-IGf tienen financiamiento de la DGAPA (UNAM), CONACyT (Ciencia Básica, Problemas Nacionales, Laboratorios Nacionales, Cátedras), del Fondo de Sustentabilidad Energética (SENER-CONACyT) y de otras instituciones públicas, como GCDMX y CFE. La UM comparte intereses académicos con otras dependencias del Campus Morelia, como con el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), con la ENES-Morelia, el INICT-UMSNH, el Instituto de Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Colegio de Michoacán. Regionalmente mantiene vínculos con el Centro de Geociencias y el Instituto de Geología de la UNAM y con diferentes universidades (Autónoma de Guerrero, Autónoma de San Luis Potosí, de Guadalajara y Colima). De la misma forma mantiene estrechos vínculos con diversas universidades del extranjero.

En cuanto a actividades de divulgación y difusión de la ciencia, la UM participa en las actividades anuales realizadas en el campus, como la Feria de Las Ciencias. En el Campus cuenta con tres espacios en el Paseo de La Ciencia (El Volcancito, El Sol y la Tierra con su campo magnético), que anualmente reciben cientos de alumnos y profesores de escuelas de educación básica y secundaria.

### Metas

- a) Publicar artículos de investigación en revistas indizadas, para difundir nuestras investigaciones de Ciencias de la Tierra y del Espacio.
- b) Consolidar nuestras líneas de investigación, mediante la incorporación de jóvenes investigadores, técnicos académicos, posdocs y cátedras patrimoniales.
- c) Capacitación continua del personal académico, para poder estar a la vanguardia en investigación y en las técnicas empleadas en nuestros laboratorios.
- d) Participación activa en la formación de recursos humanos mediante la impartición de cursos de licenciatura y posgrado y la dirección de tesis.
- e) Consolidar nuestros diversos laboratorios y servicios nacionales (Clima Espacial, Arqueomagnético y Magnético) para poder brindar servicios de calidad a la academia y a la industria privada.
- f) Certificar o acreditar nuestros laboratorios y/o sistemas de alerta temprana de clima espacial para poder prestar servicios de excelente calidad.
- g) Impulsar la creación de nuevos servicios de monitoreo (Magnético Ambiental)
- h) Obtener fondos de proyectos DGAPA y CONACyT y otras fuentes de financiamiento para apoyar nuestra investigación básica y aplicada.
- i) Realizar la cuarta fase de construcción del edificio de la UM-IGf en el Campus Morelia para albergar al personal de nueva incorporación y nuevos laboratorios y espacios de enseñanza.
- j) Continuar con el sistema de alerta del servicio de Clima Espacial.

### Indicadores de avance, resultados y entregables

- a) Artículos publicados, capítulos de libros, reportes técnicos y mapas de diversa índole.
- b) Reconocimientos nacionales e internacionales de nuestros académicos, promoviendo estancias académicas nacionales e internacionales.
- c) Constancias de capacitación en cursos nacionales e internacionales.
- d) Presentación de tesis de licenciatura y posgrado e impartición de clases frente a grupo.
- e) Financiamiento de proyectos de investigación para realizar investigación científica básica y aplicada.

- f) Contratos y nuevos proyectos con ingresos extraordinarios que colaboren al mantenimiento y modernización de los diversos laboratorios.
- g) Realizar el procedimiento adecuado para certificar el sistema de gestión de calidad del LAN-CE conforme a la norma ISO 9001 y a la Unidad de Fluidos Geotérmicos del CeMIE Geo.
- h) Puesta en marcha de sistema de monitoreo magnético de contaminación ambiental en grandes urbes del país a través de métodos magnéticos de vanguardia.
- i) Obtener financiamiento interno (UNAM) y externo (proyectos y contratos externos) para apoyar la ejecución de la 4ª fase del edificio.
- j) Publicación de reportes de clima espacial para el sistema Nacional de protección civil, así como, alertamientos y reportes de clima espacial.
- k) Convertir el Servicio de Clima Espacial en un servicio que atienda asuntos de Seguridad Nacional y garantizar su financiamiento para que opere 24/7.

---

# PLAN DE DESARROLLO COORDINACIÓN SERVICIOS GEOFÍSICOS (Resumen)

## Servicio Clima Espacial

### Objetivo

Contar de manera continua con el personal académico especializado para analizar las condiciones de clima espacial en tiempo real registrada por la red de instrumentos internacionales y los asociados al Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) y dar atención a las autoridades y a la sociedad de manera oportuna.

### Metas

- Conjuntar un grupo de cinco técnicos académicos especializados, capacitados y actualizados en el análisis de datos de clima espacial, para dar respuesta oportuna, y sustentada en un análisis de calidad, a los eventos que registra el LANCE sobre el territorio nacional.
- Establecer calendarios y horarios que garanticen la presencia de un técnico académico del grupo de análisis e interpretación de datos las 24 horas del día, los siete días de la semana, durante los 365 días del año, respetando períodos máximo de horas laborales por semana y número de días de descanso al año.
- Formar estudiantes y personal en el área de análisis de datos sismológicos que puedan asistir en las actividades propias del grupo de análisis e interpretación de datos

### Acciones a desarrollar

- Crear el reconocimiento administrativo del servicio.
- Crear la plaza de jefe del servicio
- Contratar cinco técnicos académicos que se incorpore al grupo de análisis e interpretación de datos del LANCE (física solar, física del medio interplanetario, rayos cósmicos, ionosfera, magnetosfera).

- Contratar dos técnicos académicos para apoyar las labores de instrumentación, calibración y mantenimiento de equipos del LANCE.
- Establecer un programa de becarios, los cuales participarán como apoyo en las actividades de análisis de datos de clima espacial.
- Asistir a capacitaciones en sistemas de análisis de datos de clima espacial.

### Indicadores

- Creación de la plaza de jefe de servicio
- Número de técnicos académicos en análisis e interpretación de datos.
- Registro diario de eventos de clima espacial.
- Número de reportes semanales y especiales de clima espacial.
- Número de entrevistas y atención a medios de comunicación.
- Número de actividades de difusión y divulgación.
- Estadísticas de redes sociales del SCIESMEX.

### Mecanismo de seguimiento

- Catálogo de eventos de clima espacial reportados en el cuatrimestre anterior.
- Registro en línea de reportes emitidos.
- Reporte de entrevistas y actividades de difusión y divulgación.
- Reporte de estadísticas de redes sociales del SCIESMEX.

## Servicio Geodesia Satelital

### Objetivo General.

El objetivo general del Servicio de Geodesia Satelital es que a través de sus actividades se genere una base sólida de infraestructura, experiencias y conocimientos que promueva el uso de la geodesia satelital, en es-

pecial del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y sus versiones multiconstelaciones (GNSS) como herramienta en el estudio del entorno geológico y atmosférico en nuestro país.

### **Metas e Indicadores.**

Para el desarrollo de los objetivos del Servicio de Geodesia Satelital se plantean las siguientes metas:

- a) Reparar y renovar continuamente equipo en mal estado u obsoleto para evitar la pérdida de observables GPS(GNSS)-Met y garantizar que todas las estaciones operen satisfactoriamente y con equipo moderno y actualizado.
- b) Alcanzar un tiempo fuera de servicio de menos del 5% en los sistemas de observación GPS, soluciones de posiciones, punto preciso y tiempo real.
- c) Fortalecer al Servicio de Geodesia Satelital con un grupo de por lo menos cuatro técnicos académicos especializados, capacitados y actualizados en instrumental, sistemas operativos, telecomunicaciones y programación que den continuidad a la operación, mantenimiento y soluciones de observables GPS (GNSS) y que desarrollen, programas, aplicaciones y códigos necesarios para su óptima operación y el adecuada distribución de datos y productos de valor agregado.
- d) Desarrollar un sistema de monitoreo del State of Health (SOH) de equipos en estaciones GPS en tiempo real o de muy baja latencia que permitan una fácil identificación de problemas de funcionamiento.
- e) Implementar sistemas de retransmisores de flujos de observables GPS en tiempo real para aumentar el número de organismos del sector gubernamental y el sector privado y que utilicen estos datos.

- f) Creación de un centro de operaciones de Servicios Geofísicos en la ciudad de Pachuca con repositorios espejo.
- g) Alcanzar una mayor densidad de estaciones GPS que permita aumentar los niveles de detección de procesos de deformación y otros fenómenos.
- h) Desarrollar módulos educativos para su presentación en el Museo de Geofísica.
- i) Desarrollar un código para inversiones en automatizadas para eventos sísmicos mayores.

Para proveer de elementos de decisión sobre el desempeño del Servicio de Geodesia Satelital se consideran los siguientes indicadores:

- a) Tiempo de disponibilidad del sistema del repositorio de datos TLALOCNet.
- b) Número de técnicos académicos adscritos en el Servicios de Geodesia Satelital.
- c) Porcentaje de datos disponibles en tiempo real e históricos por estación.
- d) Antigüedad y número de vehículos usados en las actividades de operación y mantenimiento de estaciones GPS.
- e) Relación de estaciones GPS y GPS-Met visitadas para su mantenimiento durante cada trimestre.
- f) Capacidad de transmisión, ancho de banda y número de estaciones GPS con transmisión de datos en tiempo real.
- g) Respaldos y espejos de repositorios de datos GPS.
- h) Capacidad de procesamiento para soluciones de posiciones GPS y almacenamiento de datos.
- i) Número de entidades o personas con las que se establezcan convenios de colaboración para dar sustento legal y administrativo a la operación de estaciones GPS en localidades que no sean propiedad de la UNAM.

- j) Área de espacio dedicada para las labores del Servicio de Geodesia Satelital, incluyendo áreas de oficinas, sites de cómputo y bodegas.
- k) Tráfico del portal Web.
- l) Tráfico del servidor(es) del repositorio(s) de datos GPS/GNSS, número de archivos y cantidad total de Gigabytes distribuidos a usuarios.
- m) Parámetros de calidad de datos GPS.
- n) Participación de personal del Servicio de Geodesia Satelital en presentaciones, reuniones académicas, y otra actividades de difusión y divulgación.
- o) Número de visitantes a módulos informativos en el museo de Geofísica.

### Seguimiento

Los mecanismos de seguimiento de las actividades del Servicio de Geodesia Satelital son:

- a) Reuniones periódicas de la Coordinación de Servicios Geofísicos del Instituto de Geofísica.
- b) Reportes actualizados y memorias de instalación, operación y mantenimiento de estaciones GPS.
- c) Convenios de colaboración e intercambio de datos con otras universidades nacionales e instituciones internacionales.
- d) Reportes del uptime de estaciones y flujos de datos en tiempo real.
- e) Calendario de visitas de mantenimiento a estaciones sismológicas realizadas durante cada cuatrimestre.
- f) Reportes de disponibilidad de datos en tiempo real e históricos por estación.
- g) Reportes de parámetros de calidad de datos por estación.

## Servicio Magnético

### Presentación

El Servicio Magnético del Instituto de Geofísica tiene como objetivo primordial proveer de forma libre, abierta y a perpetuidad los observables de las variaciones del campo magnético terrestre y sus aplicaciones para avanzar nuestro conocimiento de los procesos de cambio a corto y largo plazo del campo Geomagnético hacia el pasado, durante el presente y estimaciones al futuro, así como de otros fenómenos detectables con estos métodos de procesamiento de los datos que valoren el estado de actividad del campo magnético que pueda afectar a los sistemas de redes eléctricas, telecomunicaciones, o adquisición de datos electromagnéticos, magnéticos, o de uso intensivo de GPS en la República Mexicana, como apoyo a otros servicios relacionados tales como Clima Espacial o Geodesia Satelital.

La misión del Servicio Magnético consiste en estudiar durante el mayor tiempo posible, el fenómeno geomagnético mediante las siguientes acciones: a) la operación y mantenimiento del Observatorio Magnético de Teoloyucan en modo 24/7 (flujo de datos en tiempo real), b) Apoyo en la operación, mantenimiento y reparación de las estaciones de monitoreo en el Volcán Popocatepetl CHI y TLA; c) Puesta en operación mediante pruebas y calibración de sitio del Observatorio Magnético de Coeneo (Michoacán); c) Reocupación de las estaciones geomagnéticas de repetición distribuidas en la República Mexicana para el seguimiento a nivel nacional de la Variación Secular de este campo; así como la producción de datos para la generación de modelos teóricos del Campo Magnético Terrestre en la República Mexicana d) Gestión y negociación de nuevas estaciones: de repetición, de variación, de registro especial, o bien nuevos observatorios geomagnéticos distribuidas de manera planificada en el territorio nacional.

### **Diagnóstico y Procesos:**

La evolución del grupo de Geomagnetismo puede describirse en varios periodos históricos:

Periodo 1914-1978 Inicio formal con el Observatorio Magnético de Teoloyucan y la cartografía geomagnética en la república Mexicana, incorporación a la UNAM (1947). Periodo 1978-1995. Re-ubicación del Observatorio, apertura de otras líneas de trabajo como el estudio de variación secular en la República Mexicana. Periodo 1996-2007. Concepción del Servicio-Magnético, Modernización (observatorio digital), actualización instrumental y de adquisición de datos (incorporación a redes internacionales de datos: Intermagnet), consolidación de presencia internacional y liderazgo en América Latina. Periodo 2008-2015. Crecimiento asociado a nuevos servicios geofísicos: Exploración, Geodesia Satelital, Clima Espacial, Monitoreo Magnético de Volcanes Activos. Operación continua e incremento de la atención a usuarios en tiempo real; prensa escrita, y redes sociales.

Todo este proceso histórico arroja las variables que permitieron en mayor o menor medida el desarrollo del Servicio Magnético como tal:

**Recursos-humanos:** en la actualidad el Servicio Magnético tiene adscritos tres técnicos académicos titulares (A y B), uno de ellos asignado al Observatorio Magnético de Coeneo (en proceso de desarrollo) dos técnicos administrativos asignados a la sede de la ciudad de México del Instituto, un observador (becario) y apoyo in-situ (Observatorio Magnético de Teoloyucan). El Servicio Magnético requiere dos técnicos académicos para trabajar en el sitio de cada observatorio: Teoloyucan (Estado de México) y Coeneo (Michoacán).

**Instrumentación:** en la actualidad, el Servicio Magnético cuenta con tres magnetómetros de variación; uno de reemplazo que se encuentra sin operar (requiere reparación y se encuentra en el Observatorio Magnético de Teoloyucan); el tercero se encuentra en el Observatorio Magnético de Coeneo en Michoacán. Cada sitio (Coeneo y Teoloyucan) cuenta con un magnetómetro vectorial, tipo Teodolito. Se cuenta con tres

magnetómetros modulares (Cesio, PPM y Overhauser), y algunos que se han dado de baja o bien están en el Museo de Geofísica (de generaciones anteriores). Es imprescindible la pronta adquisición y la reparación de los instrumentos para la operación actual y el desarrollo de los observatorios magnéticos. Otros instrumentos se comparten con otros departamentos o grupos con lo que se desarrollan otras líneas.

**Fondos de operación:** El Servicio Magnético cuenta con varias actividades que requieren de fondos para su operación: El Observatorio Magnético de Teoloyucan, El Observatorio Magnético de Coeneo, Cartografía Magnética de la República Mexicana, Monitoreo de Volcanes Activos, Exploración Magnetométrica, Servicios de difusión y Asesoría; nuevas estaciones magnéticas. Estas tareas son patrocinadas en su mayoría 100% por el Instituto de Geofísica y se encuentran expuestas en el plan financiero 2018-2021 organizado por partida. Cabe señalar que desde hace una década tal Servicio tiene un presupuesto anual de \$ 5,000 usd en promedio. Sin embargo comparado con observatorios de América Latina, es uno de los que opera con presupuestos más bajo (al año, Vassouras-Brasil: \$ 20,000 usd; Huancayo-Perú: \$50,000 usd, por ejemplo); el Programa de Geomagnetismo con el que opera el Servicio Geológico de los Estados Unidos es de 1.5 millones de dólares al año.

Es importante señalar que los fondos de desarrollo para mantenimiento y crecimiento, han sido resueltos por dos fuentes principales: por proyectos de exploración externos; y gracias al apoyo de instituciones relacionadas con el Geomagnetismo tales como el USGS, el Institute de Physique du Globe Belgium, Danish Meteorological Institute.

**Productos académicos:** Una carencia del grupo es la caída en la producción de científica que puede valorarse de acuerdo con la información que usa la comunidad científica de datos del Servicio para trabajos de investigación, tales como artículos científicos, Tesis de licenciatura, maestría y doctorado; así como otros productos como planos, mapas, catálogos, reportes técni-

cos y material didáctico en general. Los datos de alta calidad se producen bajo una plataforma automatizada que está a la disposición del público en general. Es claro que se requiere un círculo virtuoso de datos de alta calidad con la investigación.

**Docencia:** El grupo académico del Servicio Magnético imparte en promedio de dos a tres cursos regulares a nivel licenciatura (Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias); apoya a cursos a nivel maestría, y asesora a estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Se han asesorado al menos 10 estudiantes al año como servicio social, asesoría u otra modalidad. Entre 2012 y 2016 se terminaron no menos de siete tesis de licenciatura.

### **Metas anuales (2018-2021)**

El Servicio Magnético del Instituto de Geofísica de la UNAM tiene las siguientes metas anuales:

- a) Mantener la operación de los Observatorios Magnéticos de Teoloyucan y de Coeneo con un alto nivel de calidad; asumiendo el mantenimiento preventivo y correctivo. Es muy importante asegurar que los fondos correspondientes a este rubro se aseguren.
- b) Establecer un acuerdo de colaboración con el Servicio de Clima Espacial para desarrollar la puesta en operación de una a tres estaciones de variación geomagnética en los sitios geográficos que cumplan con los objetivos de adquisición de datos para generar índices geomagnéticos regionales Kmex, entre 2018 y 2021.
- c) Generar, acopiar, organizar y difundir datos de índole geomagnéticos en la República Mexicana mediante la ayuda de bases de datos, mapas, cartas, y/o catálogos.
- d) Fomentar y desarrollar estudios de Investigación interdisciplinarios a nivel nacional e internacional enfocados a problemas técnicos, económicos, y/o de beneficio para la sociedad.

- e) Informar, difundir, y apoyar a las escuelas, facultades, y medios de comunicación del país en el tema del Geomagnetismo.

### **Indicadores de avance / Resultados y entregables (2018-2021)**

De acuerdo con los proyectos y programas anuales descritos en el siguiente apartado, es posible definir los indicadores que reflejen la información y evalúen el avance del proceso de ejecución de los planes de trabajo, modulados por las metas y objetivos del Servicio Magnético. A continuación se describen los siguientes Indicadores:

#### **1. Operación del Servicio Magnético**

- 1.1 Cobertura temporal de la información el Observatorio Magnético de Teoloyucan. Es el porcentaje de datos reportados en el año, el cual debe cumplir con un mínimo de acuerdo al nivel de calidad de su información. Se reporta en forma de porcentaje.
- 1.2 Cobertura de la información del Observatorio Magnético de Coeneo. Es el porcentaje de avance de actividades reportadas para la puesta en marcha de este observatorio.
- 1.3 Reporte de datos en tiempo real. Es el número de días del año en que funcionó correctamente el Servicio Magnético; se reporta como un número absoluto de días.
- 1.4 Reportes escritos de operación de los observatorios. En función de la periodicidad los productos se reportan en forma de publicaciones en Internet (reporte semanal); reporte anual (catálogos, mapas y cartas magnéticas). Se mide en el número de publicaciones técnicas (por año) sobre el tema.
- 1.5 Avance en la cobertura de las estaciones de repetición, de variación y observatorios nuevos. Se reporta como un porcentaje por cada producto.

## 2. Académicos

- 2.1 Artículos Académicos publicados.
- 2.2 Tesis de licenciatura publicadas.
- 2.3 Alumnos de servicio social.
- 2.4 Cursos impartidos por el personal del Servicio Magnético.
- 2.5 Organización de talleres, cursos, a nivel nacional e internacional.

### Programas anuales

#### Planeación de actividades (2018-2021)

Los programas anuales en el periodo 2018-2021, pueden clasificarse de la manera siguiente:

**Internacionales:** Interacción con instituciones de otros países para intercambio de experiencias mediante organización de foros, congresos, escuelas, etc. Fomento de apoyo internacional, a la fecha gracias a esta política, el observatorio se ha modernizado parcialmente.

**Nacionales:** Interacción con otras universidades (Pue., Gro., Mich., Jal., etc.) nos permite plantear focos de desarrollo regional. UNAM: La participación de instituciones dentro de la UNAM como las Facultades de Ciencias y de Ingeniería, permiten captar alumnos para desarrollar Servicio-Social, Tesis, etc. que cubran las carencias de personal académico dedicado, no siendo esto más que un paliativo para un problema de más fondo.

**Instituto de Geofísica:** Fomentar proyectos interdisciplinario entre los Servicios Geofísicos y otros grupos de trabajo (Geofísica Marina, Exploración Geofísica, Métodos alternativos de exploración). La superación académica del personal del departamento y del grupo del Servicio Geomagnetico da la pauta para la renovación necesaria del grupo. Conservar el apoyo de instituciones internacionales como el USGS, British Geological Survey, Institute du Physique du Globe de Belgique,

entre otros grupos de investigación. A nivel nacional fomentar proyectos (CONACYT, DGAPA, IPGH, etc) para obtener fondos y soporte de infraestructura.

**Apoyo a la Investigación Primaria:** Registro y evolución espacio-temporal del Campo Magnético Terrestre (CMT). Análisis de la variación secular del CMT. Clima Espacial y Observatorios Virtuales. Magnetismo Satelital.

**Investigación Interdisciplinaria:** Estudio de los efectos de las Corrientes Geomagnéticas Inducidas ; Relación entre el Servicio de Clima Espacial y el Servicio Magnético. Evolución Espacio-Temporal del Campo Magnético en Volcanes activos. Evolución Espacio-Temporal del Campo Magnético de la Corteza terrestre sometida a esfuerzos (Tectonomagnetismo). Comportamiento espacio-temporal del campo magnético en zonas de deslizamiento urbanas o rurales. Magnetometría en zonas arqueológicas.

**Investigación en Tecnología:** Plataformas automatizadas para registro de variables geomagnéticas. Implementación en Instrumentación, métodos de observación, y pos-proceso de datos potenciales (magnéticos y/o gravimétricos).

Los proyectos de gran potencial que se tienen se pueden resumir en:

- a) Implementar una red de Observatorios individuales o asociados a otros proyectos (Observatorios-Geofísicos-Integrales o estaciones multiparamétricas).
- b) Apertura de convenios para investigación e impulso a las actuales de acuerdo al Costo/Beneficio planificado.
- c) Contar con más personal académico (de uno a dos) para RENOVAR tanto al grupo como las metas y productos
- d) Superación académico-profesional del personal actual.

## Servicio Mareográfico Nacional

### Presentación

La red mareográfica atiende una gran diversidad de usuarios, incluyendo los tres órdenes de gobierno, el sector privado y a la academia. Entre los usuarios cotidianos más importantes están el INEGI, los operadores de puertos, las obras que se realizan en la zona costera y los académicos que estudian la ecología en la zona intermareal, eventos extremos como tsunamis y marea de tormenta y las variaciones del nivel medio del mar causado por el Cambio Climático. El SMN contribuye con información a las redes internacionales como El Pacific Tsunami Warning Center, El Caribbean Tsunami Warning Center, al Permanent Service Mean Sea Level (PSMSL), que monitorea el nivel del mar a nivel global y con la Comisión Oceanográfica Internacional de UNESCO. En México, el SMN es una institución fundadora del Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT), colabora con la Secretaría de Marina, con Protección Civil, con CENAPRED, con el Instituto Mexicano del Transporte, con las Administraciones Portuarias (APIs), con INEGI, además de con instituciones académicas de la UNAM (Instituto de Ingeniería, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Centro de Ciencias de la Atmósfera y con otras instituciones académicas como CINVESTAV).

### Diagnóstico

De 2013 a 2017 el Servicio Mareográfico Nacional (SMN) alcanzó una consolidación al equipar con mejores equipos y más completos la red. En la actualidad la red incluye 27 estaciones, 11 en el Océano Pacífico y 16 en el Golfo de México y Mar Caribe. En los últimos cuatro años se instalaron cuatro estaciones nuevas: Alvarado, Sánchez Magallanes y Sian Ka'an - con financiamiento de un proyecto con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)- y Manzanillo (gracias al

proyecto del Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis con financiamiento de FOPREDEN), adicionalmente se modernizaron ocho estaciones en el Océano Pacífico con recursos del proyecto financiado por FOPREDEN. Las nuevas estaciones cuentan con sensores de nivel redundantes, con transmisión redundante, vía GPRS y satélite GOES, con estaciones meteorológicas y GPS de precisión permanente.

Con el financiamiento del proyecto FOPREDEN se logró la modernización de los servidores de sitio web, bases de datos, transmisión de datos, equipos de cómputo y la instalación de una antena de recepción satelital GOES (que permite recibir la información en forma continua y en caso de un desastre natural).

### Metas a cuatro años

- a) Lograr que todas las estaciones tengan en nivel internacional (tipo GLOSS), con sensores redundantes que monitorean el nivel del mar, GPS, sensores meteorológicos, autonomía energética y transmisión satelital.
- b) Concluir la red planeada que deberá contar con 32 sitios.
- c) Mejorar los protocolos para el mantenimiento preventivo y correctivo que permite mejorar el desempeño de la red, en particular reduciendo los huecos de información.
- d) Fortalecer la planta académica que labora en el SMN.
- e) Concluir la digitalización de mareogramas históricos.
- f) Mejorar el despliegue en Internet e Intranet de la información para el monitoreo de eventos extremos y del funcionamiento de la red.
- g) Continuar enriqueciendo y mejorando el sitio de Internet.
- h) Fortalecer la investigación y docencia con la información generada.
- i) Continuar colaborando con el SINAT y buscar su fortalecimiento.

- j) Crear un Comité Científico que evalúe anualmente el desempeño del SMN y apruebe sus programas.
- k) Colaborar con el desarrollo de modelos de tsunamis y marea de tormenta de alta resolución.

## Servicio de Radiación Solar

### Presentación

En el año de 1956 inician las mediciones de la radiación solar en el Instituto de Ciencia Aplicada, auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), durante el Año Geofísico Internacional con diversos equipos donados por los países participantes y algunas adquisiciones del mismo instituto, midiendo solo algunos componentes de la radiación solar como la radiación solar global horizontal, radiación solar difusa horizontal y radiación solar directa normal.

Ahora la Sección de Radiación Solar cuenta con más de 30 años de experiencia en el proceso de medición de la radiación solar; de su capacidad técnica y científica lograron se le reconociera como un Centro Regional para la Medición de la Radiación Solar de la IV Región que comprende Centro América, Norte América y el Caribe (AR-IV), por parte de la Organización Meteorológica Mundial.

Dentro de sus funciones como Centro Regional, adquiere la responsabilidad de la diseminación de la Escala Radiométrica Mundial, a través de realizar la calibración de los diferentes sensores para medir la radiación solar en toda la IV Región; asesoría en general para el proceso de medición de la radiación solar y la evaluación del recurso solar.

Cuenta también con un Espectrofotómetro Dobson No. 098 para la estimación de la capa de Ozono, cuatro espectrofotómetros marca CIMEL que son parte de la Red Robótica de Aerosol Atmosférico y es parte del Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar.

El principal objetivo de la Sección de Radiación Solar es el de realizar investigación en el campo de los procesos de interacción de la radiación solar con la atmósfera, sus componentes, así como sus implicaciones energéticas de conservación y aprovechamiento. Todo lo anterior a través del trabajo en siete líneas de investigación:

- Climatología y evaluación del recurso solar.
- Óptica de la atmósfera.
- Ozono estratosférico.
- Aerosol atmosférico.
- Interacción de la radiación solar y contaminantes atmosféricos
- Percepción remota y su aplicación para el monitoreo de parámetros radicales.
- Radiación solar extra-atmosférica.

### Diagnóstico

Durante los últimos cuatro años debido a las políticas energéticas del gobierno federal, fue posible que la sección se beneficiara con fondos para crear una red de estaciones para la medición de la radiación solar (estaciones primarias), adquisición de equipo para la calibración de sensores de radiación solar y equipo diverso de laboratorio.

Adicionalmente a las estaciones establecidas, diferentes instituciones de educación superior y centros de investigación, se sumaron al esfuerzo para contar con más de puntos de medición en superficie y mejorar la confiabilidad de sus observaciones (estaciones secundarias), de tal manera que actualmente se cuenta con una red de superficie de estaciones solarimétricas con una cobertura ideal para el uso de modelos e imágenes de satélites para la evaluación del recurso solar.

También durante este período, por donación se obtuvieron dos espectrofotómetros, que sumados a los dos existentes en la sección, permitieron duplicar el número de puntos de medición en nuestro país, cabe destacar que son éstos los únicos equipos existentes en

México con los cuales podemos medir la profundidad óptica del aerosol atmosférico, que forman parte de la red mundial "Red automatizada de aerosol", auspiciada por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA siglas en inglés).

Se calibró el espectrofotómetro marca Dobson No. 98 e implementó un programa de observación de Ozono Estratosférico, siendo parte de la Red Mundial de Monitoreo de la Capa de Ozono y reportando su información al Centro Mundial de Datos, cabe destacar que es el único instrumento en nuestro país que realiza este tipo de mediciones.

Aunque desde mediados de los años 80's la sección cuenta con el nombramiento de Centro Regional de Radiación Solar en la IV Región por la Organización Meteorológica Mundial y puede llevar a cabo calibración de sensores de radiación solar con reconocimiento a nivel mundial, es durante estos últimos cuatro años cuando logra alcanzar un considerable desarrollo y proyección nacional al ser el grupo líder que lleve a cabo el Inventario Nacional del Recurso Solar.

A nivel internacional, además del reconocimiento por parte de la Organización Meteorológica Mundial como Centro Regional, la sección es miembro de la Red Automatizada de aerosol atmosférico, es parte de la Red Mundial de Monitoreo de la Capa de Ozono, reporta la información medida de radiación solar a la Base Mundial de Datos de Radiación Solar, y más recientemente la sección fue distinguida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como representantes del Gobierno Mexicano en la Décima Reunión de Investigadores de Ozono del Protocolo de Montreal.

#### Recursos:

- La Sección de Radiación Solar (SRS), cuenta actualmente con el Observatorio de Radiación Solar (ORS) el cual desde hace más de 30 años está calificado como de los mejores del mundo, al ser considerado un Centro Regional de Radiación Solar de la IV Región (AR-IV), de la Organización

Meteorológica Mundial (OMM). Mide más de 30 parámetros radiacionales y meteorológicos. La información que mide se reporta al Centro Mundial de Datos de Radiación Solar de la OMM, siendo ésta la única estación del país que lo hace.

- Posee la Red Radiométrica Mexicana (RRM) que consta de 13 estaciones primarias las cuales miden 19 parámetros radiométricos y meteorológicos, así como 13 estaciones secundarias las cuales miden al menos las tres componentes básicas de la radiación solar (Global, Difusa y Directa). Comprende también un laboratorio de calibración de sensores de radiación solar con el equipo necesario para llevar a cabo este trabajo, tanto dentro del laboratorio como fuera de éste.
- Es parte de la Red Mundial de Monitoreo de la Capa de Ozono al contar con un Espectrofotómetro Dobson (No. 98), y reportar la información que mide al Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación Ultravioleta de la OMM. Pertenece a la Red Robótica de Aerosol (AERONET por sus siglas en inglés), al contar con cuatro estaciones en nuestro país.
- Actualmente se están realizando los trámites para crear el Servicio Solarimétrico Mexicano, reuniendo el ORS la RMM y el laboratorio de calibración de sensores de radiación solar. Se encuentra también en proceso de instalación una estación de la Red de Referencia de Radiación en Superficie (BSRN por sus siglas en inglés), la cual, está designada como la red global de referencia para la radiación de superficie para el Sistema Mundial de Observación del Clima, esta estación es la única en nuestro país y de las pocas existentes en la zona intertropical, por lo que aumenta su importancia.
- Cuenta con el equipo de cómputo necesario para llevar a cabo sus labores (computadoras personales, servidores y almacenamiento masivo). Asimismo, cuenta con un taller mecánico para realizar todas las modificaciones o desarrollos propios

para mejorar las técnicas de observación de radiación solar.

- Para lograr una proyección plena de la Sección en cuanto a instrumentación, debemos de considerar duplicar el número de fotómetros de nuestra participación en AERONET, lo que nos permitiría tener una cubierta total del país, mejorando considerablemente la certidumbre de nuestros modelos para la evaluación del recurso solar, además de brindar información a un gran número de especialistas en ciencias ambientales. Contar con dos espectrofotómetros Brewer, instrumentos utilizados para medir el espesor de la capa de Ozono, ya que actualmente solo se cuenta con el ubicado en el ORS (Dobson No. 98) y las variaciones a estudiar, son menores al área que ocupa nuestro país.
- Es importante considerar que es necesario con el tiempo, escalar algunas de las estaciones secundarias a primarias, será necesario aumentar nuestra capacidad en sistemas de almacenamiento masivo, ya que las imágenes de satélite utilizadas, ocupan gran espacio. Por último, la compra de algunas licencias de programas como el MatLab y actualizaciones de otras como Terascan y Erdas.

### Metas anuales

#### 2018

- a) Crear el Servicio Solarimétrico Mexicano con la integración del Observatorio de Radiación Solar, la Red Solarimétrica Mexicana y el Laboratorio de Calibración, todos ellos forman parte de la Sección de Radiación Solar.
- b) Llevar a cabo la Calibración Anual a Nivel Nacional de Sensores de Radiación Solar.
- c) Asistir a la intercomparación de radiómetros de Cavidad en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos.

- d) Llevar a cabo la calibración anual de seis estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- e) Instalar dos estaciones nuevas de la Comisión Federal de Electricidad que enriquecerán los puntos de medición de la Red Solarimétrica Mexicana.
- f) Implementar un portal en Internet para ofrecer los diferentes productos que se elaboran en la Sección de Radiación Solar.
- g) Modernizar el espectrofotómetro CIMEL del Observatorio de Radiación Solar en el Campus de Ciudad Universitaria.
- h) Convertir a la Sección de Radiación Solar en el Departamento de Radiación Solar.

#### 2019

- a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación solar.
- b) Calibración de seis estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- c) Actualizar y escalar al menos una estación de la Red Solarimétrica Mexicana.
- d) Modernizar el espectrofotómetro marca Cimel en la estación de Hermosillo, Sonora.
- e) Aumento de la planta de investigación.
- f) Revisión de la productividad de la Sección de Radiación Solar y tareas a seguir para lograr un incremento en esta actividad.
- g) Incrementar el número de servicios en la página de Internet con base en las investigaciones realizadas en el Departamento de Radiación Solar.

#### 2020

- a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación Solar.
- b) Calibración de 10 estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- c) Actualizar y escalar al menos una estación de la Red Solarimétrica Mexicana.

d) Modernizar el espectrofotómetro marca Cimel en la estación de Mérida, Yucatán. **2019**

e) Participar en la Intercomparación Radiométrica en el Centro Mundial de Radiación Solar en Davos, Suiza.

a) Todos los indicadores de esta etapa, serán publicados en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, como reportes técnicos de las diferentes actividades (calibraciones, nuevas estaciones, participación internacional, etc.).

#### 2021

a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación Solar. **2020**

b) Calibración de 14 estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.

c) Actualizar y escalar al menos dos estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.

d) Mantenimiento y actualización de la Página WEB del Servicio Solarimétrico Mexicana.

e) Participar en la Intercomparación Radiométrica en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos. **2021**

a) Todos los indicadores de esta etapa, serán publicados en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, como reportes técnicos de las diferentes actividades (calibraciones, nuevas estaciones, participación internacional, etc.).

a) Todos los indicadores de esta etapa, serán publicados en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, como reportes técnicos de las diferentes actividades (calibraciones, nuevas estaciones, participación internacional, etc.).

b) Aumento en la productividad científica, reflejada en el incremento de publicaciones en revistas científicas.

#### Indicadores de avance / Resultados y entregables

#### 2018

a) Estar considerado el Servicio Solarimétrico Mexicano como parte del organigrama del Instituto de Geofísica.

b) Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, el resultado de las calibraciones anuales realizadas por el Observatorio de Radiación Solar.

c) Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, el resultado de las calibraciones anuales realizadas a las estaciones del Servicio Solarimétrico Mexicano.

d) Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, la información generada por las nuevas estaciones incorporadas a la Red Solarimétrica.

e) Está considerado dentro del Organigrama del Reglamento Interno del Instituto de Geofísica como Departamento de Radiación Solar.

#### Programas anuales

Para todo el periodo (2018-2021), las principales actividades a desarrollar serán:

a) Presentar ante Consejo Interno la pertinencia de crear el Servicio Radiométrico Mexicano, con unificación del Observatorio de Radiación Solar, la Red Solarimétrica Mexicana y el Laboratorio de Calibración, todos ellos entes de la Sección de Radiación Solar.

b) Presentar ante Consejo Interno la pertinencia de convertir a la Sección de Radiación Solar en el Departamento de Radiación Solar, con base en

- la solidez de sus actividades académicas (investigación, publicación y servicios principalmente).
- c) Cumplir con los requerimientos que marca la Organización Meteorológica Mundial para la instrumentación de las estaciones solarimétricas y en especial para los Centros Regionales de Radiación Solar.
  - d) Buscar a través de los servicios, convenios y fondos públicos en general, los recursos suficientes para renovar la instrumentación del Departamento de Radiación Solar, así como para la contratación de especialistas en cómputo y diseño.
  - e) Reuniones mensuales para realizar evaluaciones y diagnóstico del desempeño laboral de todo el personal que compone radiación solar, con la finalidad allanar obstáculos y lograr un aumento en la productividad científica.
  - f) Buscar a través de diferentes programas gubernamentales (CONACYT principalmente), la contratación de especialistas que se desarrollen en líneas de investigación que estén desatendidas en radiación solar, como pronóstico de radiación solar a corto plazo, Ozono en la Estratosfera, etc.

## Servicio Sismológico Nacional

### Presentación

La misión del Servicio Sismológico Nacional (SSN) es Registrar, almacenar y distribuir datos del movimiento del terreno para informar sobre la sismicidad del país a las autoridades y a la población en general, promover el intercambio de datos y cooperar con otras instituciones de monitoreo e investigación a nivel nacional e internacional.

En los últimos tres años se ha llevado una gestión que ha buscado el crecimiento del SSN, su madurez y llevarlo a ser un referente en el ámbito nacional e in-

ternacional. Un logro importante fue la construcción del edificio que alberga su Centro de Monitoreo (CM) y que aloja a todo su personal, con instalaciones adecuadas y espacios de trabajo dignos. También, durante ese período se consiguió la aprobación de dos proyectos grandes que por un lado darán solvencia a las actividades del SSN en los siguientes tres años y que, por el otro, lo llevarán a otra escala en términos de tamaño de red, datos e información. Esto requerirá que su operación diaria esté basada en planeación y estrategias de automatización, lo que se traducirá en un servicio maduro. Estos proyectos son los que enmarcarán principalmente el plan de trabajo del SSN de los próximos cuatro años.

Acompaña a este documento un breve diagnóstico, presentado en el mes de junio de 2017 a la Dirección del Instituto de Geofísica, de las actividades realizadas en los últimos tres años y del estado actual. Dicho diagnóstico se basa a su vez en dos diagnósticos presentados a la Dirección en 2011 y en 2014.

Aquí se presentan las líneas de trabajo a desarrollar en los próximos cuatro años, con los proyectos y actividades específicas a realizar. Se presenta además un presupuesto estimado para la operación diaria y mantenimiento; así como el presupuesto para el desarrollo al 2021. De igual manera se enlistan los recursos que se obtendrán por ingresos extraordinarios mediante proyectos específicos.

Las líneas de trabajo y los proyectos están enmarcados en las tareas fundamentales de la Universidad Nacional Autónoma de México y en los puntos 8.5 y 13.2 del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019. Estos plantean el fortalecimiento y consolidación de los servicios nacionales para el fomento a la investigación y para mantener el carácter nacional de la UNAM. También plantean mantener actualizado el catálogo de los bienes y encomiendas resguardados y custodiados por la UNAM. En particular, el Proyecto se enmarca también en un proyecto de nueva creación de Rectoría para el 2017.

## Diagnóstico

### Externo:

El SSN es la entidad oficial encargada en el país de informar sobre la sismicidad que ocurre en el territorio nacional. Esto conlleva la responsabilidad y el compromiso de operar 24 horas al día, los siete días de la semana, los 365 días del año (24/7). Los reportes que emite son detonadores de protocolos de alertamiento, de seguridad y de protección civil, por lo que su precisión e inmediatez son esenciales.

A nivel nacional existen otras redes locales y regionales que proporcionan información de la sismicidad; sin embargo, su escala de operación y detección es limitada a su entorno. El SSN es líder en México y marca la pauta para estándares de operación. Como parte del proyecto Red Sísmica Mexicana, el SSN intercambia datos con la mayoría de redes sismológicas del país. De manera interna, una de las colaboraciones más estrechas se tiene con la Red Acelerográfica del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Para la consolidación de estas colaboraciones son necesarios los convenios correspondientes.

A nivel internacional, el SSN se compara con otros servicios de tamaño mediano y que están evolucionando a la modernidad. El más semejante es el Centro Nacional Sismológico que Chile. Se tiene pendiente el intercambio de datos con redes de países vecinos, lo cual se espera suceda en este período por venir.

### Interno:

En los últimos tres años se han tenido avances importantes y se han dado pasos decididos en la consolidación del SSN. En definitiva, un hito fue el nuevo edificio del SSN, pues conllevó no sólo el contar con espacios adecuados, sino también la modernización de los sistemas de cómputo. También se tuvo un aumento en la planta académica y una reestructuración del esquema de operación 24/7, ahora estando a cargo de Técnicos Académicos especializados en el análisis de datos sismológicos.

Se tuvieron avances considerables en la compilación de la información de las diversas áreas. El siguiente paso es la sistematización de la toma y seguimiento de la información, de la planeación y de la logística basada en ella.

En términos de red, se ha identificado que la cobertura que brinda es limitada, existiendo zonas en el país donde podría no tenerse la capacidad de registro de un sismo de magnitud 4.0. Por ello se ha planteado un proyecto de expansión de la red para tener una cobertura que lo permita en cualquier parte del territorio nacional.

## Metas anuales

### 2018

- a) Formación de recursos humanos mediante los diversos programas del SSN: servicio social, prácticas profesionales, tesis, cursos, talleres.
- b) Diseño y actualización del material en línea para los cursos de análisis de datos sismológicos.
- c) Actualización e impartición en modalidad mixta del Diplomado en Sismología para profesores de bachillerato abierto a otros estados de la República.
- d) Instalación de sismógrafos en las instituciones participantes de la primera generación del diplomado.
- e) Inicio de proyectos de investigación educativa y en sismología con participantes de la primera generación del diplomado.

### 2019

- a) Formación de recursos humanos mediante los diversos programas del SSN: servicio social, prácticas profesionales, tesis, cursos, talleres, diplomado.
- b) Instalación de sismógrafos en las instituciones participantes de la segunda generación del diplomado.

- c) Continuación de proyectos de investigación educativa y en sismología con participantes del diplomado.

**2020**

- a) Formación de recursos humanos mediante los diversos programas del SSN: servicio social, prácticas profesionales, tesis, cursos, talleres, diplomado.
- b) Instalación de sismógrafos en las instituciones participantes de la tercera generación del diplomado.
- c) Continuación de proyectos de investigación educativa y en sismología con participantes del diplomado.

**2021**

- a) Formación de recursos humanos mediante los diversos programas del SSN: servicio social, prácticas profesionales, tesis, cursos, talleres, diplomado.
- b) Instalación de sismógrafos en las instituciones participantes de la cuarta generación del diplomado.
- c) Continuación de proyectos de investigación educativa y en sismología con participantes del diplomado.

**Indicadores****2018-2021**

- a) Número de estudiantes que realizaron su servicio social en los programas del SSN.
- b) Número de estudiantes que realizaron sus prácticas profesionales en los programas del SSN.
- c) Número de estudiantes que realizaron su tesis en los programas del SSN.
- d) Número de participantes que concluyeron satisfactoriamente del Diplomado en Sismología para profesores de bachillerato.

- e) Número de sismógrafos instalados en la RSB.
- f) Número de trabajos presentados en congresos relacionados con la investigación educativa y en sismología con participantes del Diplomado en Sismología para profesores de bachillerato.
- g) Número de artículos publicados relacionados con la investigación educativa y en sismología con participantes del Diplomado en Sismología para profesores de bachillerato.
- h) Número de convenios con instituciones que operan redes de monitoreo sismológico.
- i) Número de trabajos presentados en congresos con reconocimiento y/o agradecimiento al SSN

**Servicio Solarimétrico Mexicano****Presentación**

A partir de la Reforma Energética, el panorama en la generación y comercialización de la electricidad cambia drásticamente en nuestro país. Las energías limpias, (eólica, solar, geotérmica, etc.), constituyen una verdadera alternativa en la apertura del mercado energético, con el fin de comercializar el recurso a diferentes escalas desde el doméstico hasta el industrial.

Específicamente el aprovechamiento de la energía solar reviste vital importancia por dos razones. La primera, la disponibilidad del recurso, aunque no se encuentra evaluada correctamente, su abundancia en ciertas zonas geográficas del país es innegable y ha sido determinada con las escasas estaciones solarimétricas disponibles. La segunda, es que existe la tecnología en el mercado nacional e internacional para aprovecharla. En cada uno de nuestros hogares podemos contar con paneles fotovoltaicos conectados al Sistema Eléctrico Nacional (sistema distribuido), colectores solares para el calentamiento de agua tanto para uso doméstico como comercial, captadores y sistemas de concentración solar para calor de proceso de usos industriales, así como sistemas termo-solares para la generación de

potencia eléctrica, a fin de satisfacer necesidades de cualquier industria, pequeñas comunidades y ciudades del país.

La energía solar, como cualquier otro recurso natural, sin importar los mecanismos de explotación, es necesario evaluarla, tanto espacial como temporalmente, solo así podrá hacerse un uso eficiente de ésta.

Históricamente en México, se han elaborado mapas que representan a grosso modo la distribución espacio-temporal de la radiación solar en superficie. Sin embargo, la magnitud del recurso energético presenta grandes diferencias entre ellos, lo que ocasiona, graves dudas en su veracidad. La principal deficiencia en todos estos esfuerzos, es que no pueden ser valorados por la falta de información en superficie, pues, hasta años recientes, no existían datos confiables contra los cuales comparar los resultados de las diferentes metodologías empleadas.

### *Diagnóstico*

Desde el año de 1985 la Organización Meteorológica Mundial (OMM), otorgo la categoría de Centro Regional para la Medición de la Radiación Solar en la IV Región (AR-IV), al Observatorio de Radiación Solar (ORS), del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta distinción, reconoce la capacidad técnico-científica del ORS, y también le permite contar con sensores estándar para llevar a cabo calibraciones de sensores de radiación solar y emitir certificados de calibración con validez internacional.

Al mismo tiempo, la categoría de Centro Regional, permite al ORS llevar a cabo asesoría a cualquier tipo de usuario para la medición de la radiación solar en todo su procedimiento, desde la elección de los equipos, el sitio de instalación e infraestructura, la propia instalación de sensores, procedimientos de mantenimiento, calibración, validación de información hasta la publicación de la misma, así como procesos más especializados, entre ellos la evaluación del recurso solar para el uso de diferentes tecnologías.

El ORS cuenta en la actualidad con 13 estaciones solarimétricas equipadas para medir 22 parámetros de radiación solar y meteorológicos, las cuales están ubicadas de acuerdo a una regionalización climática y fisiográfica del país, conformando lo que llamamos hasta este momento la Red Solarimétrica Mexicana (RSM).

También existen hasta el momento 13 estaciones auxiliares, asociadas a la red, éstas cuentan con al menos tres parámetros de radiación solar (global, difusa y directa), algunas también con los parámetros meteorológicos "clásicos" (temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación, rapidez y dirección del viento), las estaciones cumplen con la misma normatividad establecida para la Red Solarimétrica Mexicana.

Todos los sensores de radiación solar de la RSM, son sometidos a calibraciones periódicas por el ORS para garantizar la calidad de la información, la cual es almacenada en un servidor en el Instituto de Geofísica de la UNAM (la mayoría en tiempo real). Se publican además de la información medida, algunos otros productos que permitan a diferentes usuarios tomar decisiones para explotar el recurso solar como una energía alterna.

Al mismo tiempo el ORS explora nuevas técnicas recomendadas por la OMM para llevar a cabo el proceso de calibración y realizarlo más eficientemente, sobre todo cuando el volumen de equipos a calibrar es elevado. Asimismo se han desarrollado diferentes metodologías y técnicas que permiten llevar a cabo la reparación y reincorporación de sensores al servicio de medición.

En la actualidad existen importantes antecedentes sobre la generación de información confiable de radiación solar en superficie. Esta información no solo servirá para validar los diferentes mapas y bases de datos, también servirá para generar nuevos productos con un alto grado de confiabilidad.

Entre los antecedentes más importantes podemos mencionar la calibración de los piranómetros de la red de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el proyecto del Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar

(CEMIESol), y las calibraciones anuales de sensores de radiación solar que lleva a cabo el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El personal del Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica los cuales son considerados como técnicos de muy alta especialidad. Dr. Mauro Valdés Barrón con más de 25 años de experiencia en el proceso de medición de radiación solar y en la evaluación del recurso solar, responsable de la Sección de Radiación Solar; M. en C. Adriana González Cabrera, experiencia en instrumentación y telecomunicaciones, con un posgrado en energías renovables (radiación solar); Dr. Roberto Bonifaz Alfonzo más de 25 años de experiencia en Sistemas de Información Geográfica y manejo de imágenes de satélite; Geog. Héctor Estévez Pérez con una especialidad en estadística y amplia experiencia en el análisis de información.

Es preciso recordar que las estaciones principales se encuentran en convenio con grupos de investigación y educación superior, por lo cual, el trabajo cotidiano del observatorio incluye una estrecha vinculación con la formación de recursos humanos. Por otro lado, las estaciones auxiliares pertenecen a grupos ya establecidos que, si bien tienen poca experiencia en el proceso de medición y validación de información radiométrica, su experiencia en aplicaciones derivadas de la información medida, es la más importante del país.

La participación de los más diversos grupos de investigación que tienen como una fuente importante de información a la radiación solar, garantiza una estrecha colaboración y un óptimo flujo de la misma. Por otro lado, gran parte de las estaciones se encuentran en centro de enseñanza superior donde existen licenciaturas, posgrado y especialidades en energías renovables, con los cuales se establecieron convenios que además de garantizar el buen funcionamiento de las estaciones, comprometen a todos los participantes a impartir cursos, conferencias y pláticas para enriquecer la formación de los estudiantes y actualización en algunos casos de los profesores, así como dirección de tesis.

La infraestructura del Servicio Solarimétrico Mexicano, se encuentra en alrededor del 90%, suficiente para poder brindar el servicio a todo y de todo el país, aunque se cuente con estaciones en cada una de las regiones propuestas (Mapa No. 1), en algunas de estas zonas solo existen estaciones auxiliares, las cuales es necesario escalarlas a estaciones principales, porque no cuentan con todos los parámetros como Irradiación Ultravioleta Banda "B", Irradiación Fotosintéticamente Activa, Radiación Atmosférica, etc..

### **Metas anuales**

#### **2018**

- a) Crear el Servicio Solarimétrico Mexicano con la integración del Observatorio de Radiación Solar, la Red Solarimétrica Mexicana y el Laboratorio de Calibración, todos ellos forman parte de la Sección de Radiación Solar.
- b) Llevar a cabo la Calibración Anual a Nivel Nacional de Sensores de Radiación Solar.
- c) Asistir a la intercomparación de radiómetros de Cavidad en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos.
- d) Llevar a cabo la calibración anual de seis estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- e) Instalar dos estaciones nuevas de la Comisión Federal de Electricidad que enriquecerán los puntos de medición de la Red Solarimétrica Mexicana.
- f) Implementar un portal en Internet para ofrecer los diferentes productos que se elaboran en la Sección de Radiación Solar.

#### **2019**

- a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación Solar.
- b) Calibración de seis estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.

- c) Actualizar y escalar al menos una estación de la Red Solarimétrica Mexicana.

**2020**

- a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación Solar.
- b) Calibración de 10 estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- c) Actualizar y escalar al menos una estación de la Red Solarimétrica Mexicana.
- d) Participar en la Intercomparación Radiométrica en el Centro Mundial de Radiación Solar en Davos, Suiza.

**2021**

- a) Calibración Nacional Anual de sensores de radiación Solar.
- b) Calibración de 14 estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.

- c) Actualizar y escalar al menos dos estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.
- d) Mantenimiento y actualización de la Página WEB del Servicio Solarimétrico Mexicano.
- e) Participar en la Intercomparación Radiométrica en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos.

**Indicadores de avance**

Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, el resultado de las calibraciones anuales realizadas por el Observatorio de Radiación Solar.

Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, el resultado de las calibraciones anuales realizadas a las estaciones del Servicio Solarimétrico Mexicano.

Publicar en la Página WEB del Servicio Solarimétrico, la información generada por las nuevas estaciones incorporadas a la Red Solarimétrica.

---

# PLAN DE DESARROLLO COORDINACIÓN DE LABORATORIOS (Resumen)

## Presentación

Una parte fundamental de las investigaciones que se llevan a cabo en el Instituto de Geofísica se desarrolla en sus diferentes laboratorios y observatorios. Así, la misión de estos laboratorios y observatorios es la de obtener datos y realizar el tratamiento de los mismos con una alta calidad, dentro de los ámbitos Geofísico, Geológico, Geoquímico, Geodésico y de Ciencias Espaciales que permitan identificar y caracterizar fenómenos naturales relacionados con Ciencias de la Tierra. Los resultados obtenidos aquí se utilizan para resolver interrogantes en investigaciones de Ciencia Básica pero también en la solución de problemas de ingeniería, ambientales, prevención de fenómenos naturales geológicos y geofísicos, apoyo a estudios antropológicos y de cualquier tipo en Ciencias de la Tierra.

Los laboratorios y observatorios del IGF realizan estudios con una alta calidad y son reconocidos a nivel mundial ya que múltiples publicaciones indexadas contienen datos emanados de sus instalaciones y procedimientos. Muchos de estos laboratorios y observatorios son únicos en su tipo en todo México y países latinoamericanos por lo que sus datos tienen un alto impacto científico, social y económico.

Todos los laboratorios y observatorios tratan de mantenerse a la vanguardia con lo que respecta a la tecnología, equipamiento y metodologías que utilizan cada uno de ellos. Para esto, han tratado siempre de conseguir proyectos financiados por diferentes instancias nacionales e internacionales para adquirir equipos necesarios para el desarrollo de los laboratorios. Así, se puede asegurar que los laboratorios del IGF poseen las cualidades suficientes para desarrollar investigaciones científicas avanzadas.

## Diagnóstico

El Instituto de Geofísica en sus instalaciones de Ciudad Universitaria y de Michoacán cuenta con 31 laboratorios y tres observatorios, los cuales se han agrupado de

la siguiente manera: un Laboratorio Nacional, siete inter-universidades, cinco laboratorios universitarios, un interinstitucional (Dependencias UNAM) y 17 Unidades de apoyo a la Investigación distribuidas de la siguiente forma: Tipo 1 agrupa a siete laboratorios del Instituto de Geofísica, Tipo 2 reúne siete laboratorios departamentales y Tipo 3 agrupa tres laboratorios de Académicos. También se cuenta con tres observatorios (ver lista completa de laboratorios y observatorios en la Tabla 1).

Los laboratorios y observatorios aportan datos con interés geofísico, geológico, geodésico, vulcanológico, espacial, arqueológico y geoquímico, y se encuentran actualmente operando de manera rutinaria todos ellos. Varios de estos laboratorios cuentan con más de 20 años de estar operando, mientras que algunos otros fueron creados recientemente, durante los años 2015 a 2016, con el apoyo de proyectos CONACYT, institucionales (UNAM) y de proyectos inter-universidades como el CEMIE-Geo, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y Universidad de Guadalajara.

Muchos de los laboratorios y observatorios obtienen datos que son únicos en el país y en Latinoamérica, por lo que se consideran fundamentales para el desarrollo de las Ciencias de la Tierra en nuestro hemisferio.

Recientemente, el estudio de recursos energéticos relacionados con sistemas geotérmicos de México ha tenido un fuerte impulso nacional y el IGF ha mostrado liderazgo al formar nuevos laboratorios especializados en esta área mediante la colaboración con instituciones como el CICESE de Ensenada, Baja California y la Universidad de Guadalajara (laboratorios inaugurados durante el 2016-2017). Estos laboratorios se han instalado tanto en Ciudad Universitaria como en la Unidad Michoacán del IGF. Algunos todavía se encuentran en etapa de instalación y calibración de equipos pero otros ya están trabajando de manera rutinaria.

La obtención de datos en diversas áreas de las Geociencias, su tratamiento numérico y la proposición de modelos son los principales objetivos de todos los laboratorios y observatorios del IGF. Así, la calidad de dichos datos se puede establecer a través de programas de

---

inter-calibración con instituciones internacionales calificadas o bien a través de procesos de certificación. En este sentido, la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México está llevando a cabo procesos de certificación y acreditación para laboratorios como el LANCE y la LUGFG. Se espera que más laboratorios del IGF sean certificados/acreditados próximamente para seguir mostrando la calidad de los análisis realizados. Algunos laboratorios y observatorios no pueden ser fácilmente certificados dado el tipo de análisis o estudios que desarrollan.

Las actividades que realizan los diferentes laboratorios y observatorios son diversas y requieren de instalaciones adecuadas y actualizadas para obtener resultados de alta calidad. Aunque todos los laboratorios y observatorios se encuentran funcionando de manera rutinaria, siempre existen necesidades como contar con nuevos espacios y la realización de adecuación y renovación de las instalaciones e infraestructura general, como son la instalación de sistemas no-breaks para que sigan funcionando los equipos, reparación de sistemas de aire acondicionado y controlado, limpieza y reparación de salas de química, sistemas de comunicación de Internet rápidos y confiables, entre otros. Estos trabajos de adecuación corren por lo general a cargo de la administración del Instituto de Geofísica pero también con el apoyo de proyectos de investigación nacionales o institucionales dirigidos por los responsables y personal de cada laboratorio. Las debilidades principales de los diferentes laboratorio y observatorios se pueden resumir en: falta de recursos suficientes para la adquisición de nuevos equipos e infraestructura, recursos suficientes para solventar los gastos de operación anual, contar con nuevas plazas para técnicos especializados para ciertos laboratorios y observatorios, contar con nuevos investigadores/posdoctorantes para realizar investigaciones asociadas con los laboratorios, falta de espacio para el almacén de muestras o materiales repositivos, entre otros más.

Los montos anuales que se necesitan para mantener operando a cada laboratorio son variados ya que

van desde unas cuantas decenas de miles de pesos a cantidades de varias centenas de miles de pesos. Estos montos anuales son cubiertos por la administración del Instituto de Geofísica pero también por los institutos de Geología, Ciencias del Mar y Limnología, de investigaciones antropológicas y del CTIC de la UNAM para el caso de algunos laboratorios universitarios e inter-universidades. El financiamiento de los montos de operación también provienen de proyectos de investigación de los académicos que solicitan análisis, proyectos del CEMIE-Geo o por el pago de servicios analíticos realizados a usuarios externos.

Los diferentes equipos e infraestructura analítica que tienen los laboratorios han sido adquiridos mediante diversos proyectos de equipamiento financiados por instituciones como el CONACYT, DGAPA-PAPIIT, la UNAM e instituciones extranjeras que tienen acuerdos y proyectos con los investigadores responsables de laboratorios y observatorios.

Los recursos humanos que laboran en los distintos laboratorios tienen una formación especializada para poder desarrollar las actividades académicas experimentales y analíticas. La mayoría del personal ha sido contratado por la UNAM para desarrollar actividades técnicas específicas. No obstante, una parte del personal que labora es pagado por medio de honorarios sin relación con la UNAM o bien a través del financiamiento de instituciones externas como el CONACYT o CEMIE-Geo.

Los laboratorios y observatorios del IGF participan intensamente en la formación de recursos humanos, ya que admiten estudiantes de Licenciatura y Posgrado para que utilicen sus instalaciones, aprendan y manejen las diferentes técnicas analíticas y realicen estancias de servicio social, de investigación (programas DELFIN, AMC y de otras instituciones) o tesis de diferentes niveles. Estas actividades, así como las docentes y de divulgación tienen un fuerte impacto tanto en la UNAM como en instituciones universitarias externas como el IPN, CICESE, UMSNH, U. de G. y otras. Asimismo, varios laboratorios imparten cursos especializados de

formación de personal en las distintas disciplinas de los laboratorios. Estos cursos se han impartido para personal técnico de empresas como la Comisión Federal de Electricidad, el Servicio Geológico Mexicano, Comisión Nacional del Agua, entre otras y público interesado. Lo anterior ha permitido difundir la diversidad de técnicas analíticas desarrolladas en el IGF y prestar servicios especializados a la comunidad mexicana.

Finalmente, los logros de los laboratorios se pueden medir a través de la contabilización del número de análisis realizados, pero también a través de servicios brindados y reportados en tesis de diferentes niveles, artículos indizados, libros, reportes técnicos y diversas publicaciones que incluyen datos y agradecimientos hacia el personal que labora en los laboratorios.

### **Metas anuales**

Dadas las diversas características y técnicas analíticas de los 31 laboratorios y tres observatorios del IGF, cada uno presenta metas, objetivos y planes de desarrollo particulares, los cuales se han condensado en la Tabla 2 del presente documento. En esta Tabla se han incluido los planes de desarrollo para el año 2017, así como los planes para el cuatrienio 2017-2021, además de los planes sobre adquisición de equipos.

Metas e indicadores para los laboratorios del IGF (2017-2021).

Las metas por alcanzar para cada laboratorio son diversas pero se pueden agrupar en los siguientes puntos:

- Publicación de resultados en revistas indexadas.
- Incrementar los equipos e instrumental de análisis de cada laboratorio.
- Dar facilidades analíticas e instrumentales a investigadores, estudiantes y especialistas que requieran de los servicios de los laboratorios.

- Avance en la certificación de diversos laboratorios.

### **Indicadores anuales.**

- Número de proyectos de investigación presentados.
- Número de proyectos aprobados.
- Número de artículos y publicaciones sometidos y publicados.
- Instrumental de nueva adquisición.
- Software de nueva adquisición.
- Colaboraciones con instituciones nacionales.
- Colaboraciones con instituciones internacionales.
- Número de estudiantes de diferentes niveles asociados a los Laboratorios.

### **Resultados y entregables.**

- Publicaciones científicas.
- Productos de vinculación.
- Productos de apoyo a difusión, educación y disseminación de información.
- Presentación de tesis de diferentes niveles.
- Infografías y material gráfico.
- Materiales cartográficos útiles para toma de decisiones.

### **Seguimiento y Evaluación**

El seguimiento y evaluación de los laboratorios y observatorios del IGF se puede llevar a cabo de manera anual mediante los informes de actividades de los responsables de cada uno de ellos. Además, existe una manera de evaluar los resultados de cada laboratorios y observatorios, y corresponde a los informes que se entregan y envían a las instancias que financian los proyectos de investigación e infraestructuras desarrollados.

---

# COORDINACIÓN DE PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO

## INTRODUCCIÓN

Para dar cumplimiento con las funciones de la Coordinación de Planeación, Presupuestación y Evaluación órgano central de la UNAM, el titular del Instituto de Geofísica, crea la Coordinación de Planeación y Seguimiento, cuya principal función es la de dar seguimiento puntual a las actividades que tienen que ver con entidades universitarias como lo es el Instituto.

## METAS

Las metas del Instituto de Geofísica (IGF), se encuentran alineadas con el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) del Dr. Enrique Graue Wiechers 2015-2019, y con el Plan de trabajo del Dr. Hugo Delgado Paredes 2017-2021. Con base en la información anterior y los objetivos establecidos por la actual administración del Instituto de Geofísica se establecen las siguientes metas:

1. Coadyuvar en el proceso de planeación y seguimiento de los objetivos, políticas y programas de la entidad, alineando el Plan de Desarrollo Institucional.
2. Auxiliar en la definición de las políticas institucionales.
3. Coordinación de las diferentes secretarías para alcanzar los objetivos de las políticas del Instituto.
4. Coordinar el establecimiento de estrategias asociadas a las diferentes políticas, programas y actividades relacionadas.
5. Seguimiento al cumplimiento puntual de las metas establecidas para cada estrategia.
6. Aplicación de la legislación Universitaria para todos los asuntos relacionados con las gestiones que realice el director ante instancias del sector gubernamental y privado.
7. Canalizar las instancias correspondientes los asuntos especiales de la dirección.
8. Planear, coordinar y desarrollar todas las actividades de apoyo administrativo que coadyuven al cumplimiento oportuno de los objetivos de la dirección del Instituto.
9. Elaborar informes al director de las actividades realizadas.
10. Asignar distribuir y supervisar el trabajo del personal a su cargo.

---

# UNIDAD DE COMUNICACIÓN SOCIAL

## INTRODUCCIÓN

En consideración a la responsabilidad que tiene la UNAM de mantener permanentemente informada a su comunidad y a la sociedad en general del avance cotidiano de sus labores sustantivas, la Unidad de Comunicación social tendrá como Misión: Proyectar y cuidar la imagen del Instituto de Geofísica de la UNAM en el ámbito nacional e internacional.

## METAS

1. Transmitir el conocimiento científico que se produce en el IGf a los diversos medios de comunicación para generar nuevas entrevistas con los académicos involucrados en los proyectos.
2. Apoyar a los investigadores en su relación con los medios de comunicación.
3. Enviar a los medios de comunicación universitarios información de las actividades académicas que organice el IGf.
4. Solicitar la cobertura informativa de Gaceta UNAM para los eventos relevantes organizados por los investigadores del IGf.
5. Buscar sinergias y alianzas estratégicas con instituciones gubernamentales y privadas, relacionadas con las actividades del IGF, a fin de recibir apoyos de difusión y comunicación.
6. Coordinar la producción de contenidos para proveer a los medios: información oportuna, semblanzas, invitaciones, material visual, así como productos promocionales.
7. Coordinar la información y crear contenidos para mantener actualizada la página Web del Instituto, así como las redes sociales (Facebook y Twitter) del IGf.
8. Asesorar en actividades inherentes a la comunicación interna y social del IGf, así como de divulgación científica.
9. Realización del boletín institucional Geonoticias.
10. Documentar gráficamente las actividades más relevantes del IGf.
11. Posicionar a la comunicación como una función estratégica.
12. Diseñar y actualizar el plan de comunicación del IGf para situaciones de crisis.

---

# COMISIÓN DE EQUIDAD DE GÉNERO

El 1 de septiembre de 2016, fue publicado en la Gaceta UNAM el Protocolo para la atención de casos de violencia de género en la UNAM. En ese documento se establecen las políticas institucionales para la prevención, atención, sanción y erradicación de casos de violencia de género en nuestra Universidad.

El procedimiento establecido en el protocolo aplica para los actos de violencia ocurridos dentro de las instalaciones universitarias y fuera de ellas si está implicado un miembro de la comunidad universitaria.

El protocolo establece que en toda entidad académica de la UNAM habrá al menos una persona que actúe de manera voluntaria para orientar a las personas que sufran violencia de género. Los orientadores no pueden tramitar quejas ni resolver casos, sólo pueden asesorar a las personas y canalizarlas a la Oficina de la Abogada General y en particular a la Unidad para la Atención y Seguimiento de Denuncias, UNAD, donde se dará orientación, asesoría y apoyo a quien haya sufrido algún tipo de violencia de género.

El 30 de septiembre de 2016, el Consejo Interno del Instituto de Geofísica, acordó la creación de la Comisión de Equidad enfocada a:

1. Promocionar y fortalecer una cultura de igualdad y equidad de género.
2. Difundir y concientizar la importancia de la denuncia en casos de violencia de género.

3. Dar seguimiento a los casos detectados y promover el respeto a la normatividad universitaria y jurídica en esta materia.
4. Realizar una campaña de difusión y reflexión en redes sociales sobre la igualdad de género.
5. Fortalecer la igualdad de género y la equidad de derechos humanos y laborales.
6. Integrar dentro de la página del Instituto, un portal en donde se informe no sólo de las actividades relacionadas con equidad que se organicen de manera conjunta, sino también integrar los instrumentos institucionales con los que cuenta la UNAM:
  - a. Protocolo para la Atención de Casos de violencia de Género en la UNAM,
  - b. Acuerdo por el que se establecen políticas institucionales para la prevención, atención sanción y erradicación de casos de violencia de género en la UNAM,
  - c. Lineamientos generales para la igualdad de género en la UNAM

En términos generales, el Comité de Equidad de Género, propone realizar de manera anual de acuerdo a la matriz de planificación las siguientes actividades:

OBJETIVO		METAS E INDICADORES (expresión cuantitativa de objetivos)	SEGUIMIENTO (registro y sistematización de información)	EVALUACIÓN (impacto real)
1.P	Organizar conferencias enfocadas a la equidad de género	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartir al menos cuatro charlas con temas sobre equidad de género, acoso y hostigamiento sexual, violencia docente y física, masculinidad, acoso laboral y derechos humanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir políticas y estrategias de trabajo.</li> <li>• Invitar a personal con experiencia en los temas para que los imparta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe anual de actividades.</li> <li>• Invitaciones</li> <li>• Poster</li> </ul>
2.P	Organizar exposiciones (pintura, fotografía, o alguna otra manifestación artística) relacionadas con equidad de género y derechos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover al menos dos exposiciones de pintura, fotografía o alguna otra manifestación artística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir políticas y estrategias de trabajo.</li> <li>• Invitar a personal con experiencia en los temas para que los imparta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe anual de actividades.</li> <li>• Invitaciones</li> <li>• Poster</li> </ul>
3.P	Organizar talleres sobre equidad de género dirigidos a estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover al menos dos talleres sobre equidad de género y acoso sexual dirigido a la población estudiantil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir políticas y estrategias de trabajo.</li> <li>• Invitar a personal con experiencia en los temas para que los imparta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe anual de actividades.</li> <li>• Invitaciones</li> <li>• Poster</li> </ul>
4.P	Organizar talleres recreativos, culturales y deportivos que involucren la participación de la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover al menos dos talleres recreativos, culturales y deportivos con la participación de toda la comunidad.</li> <li>• Promover el respeto a la diversidad sexual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir políticas y estrategias de trabajo.</li> <li>• Invitar a personal con experiencia en los temas para que los imparta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe anual de actividades.</li> <li>• Invitaciones</li> <li>• Poster</li> </ul>
5.P	Capacitar a la Comisión de Equidad de género en los temas relacionados con su actividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener la capacitación necesaria para orientar a los miembros del Instituto de Geofísica respecto a temas relacionados con equidad de género.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invitar a personal con experiencia en los temas para que los imparta o acudir a los lugares donde se dé la capacitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe anual de actividades.</li> </ul>

Las actividades planeadas para el 2018 son:

*I. Charlas:*

- a) ¿Qué es la equidad de género?
- b) La equidad de género y el protocolo Universitario.
- c) Acoso laboral ¿Cómo identificarlo y qué hacer?
- d) Acoso sexual.
- e) Autoestima y autocrítica.
- f) Inteligencia emocional.

*II. Exposiciones:*

- a) Fotografía.
- b) Por definir.

*III. Talleres:*

- a) “La igualdad de género en México en la Universidad” Ponente: Lic. Brenda Rodríguez. El objetivo de este taller es que las y los jóvenes reflexionen de manera inicial cómo los roles y estereotipos de género influyen en nuestro ámbito académico.
- b) Taller dirigido a trabajadores e investigadores. Tallerista: personal del Centro de Investigaciones y Estudios de Género (CIEG).

*IV. Actividades recreativas, culturales y artísticas:*

- a) Taller de dibujo
- b) Dos conciertos
- c) Danza
- d) Taller de fotografía artística
- e) Taller de fotografía científica
- f) Concurso de poesía o cuento sobre respeto a la diversidad

*V. Capacitación de la Comisión de Equidad de Género en temas relacionados con equidad.*

Además de las actividades anteriores, proponemos la necesidad de llevar a cabo las siguientes medidas con la finalidad de promover la igualdad de oportunidades de los miembros de la comunidad universitaria. Estas son esencialmente para atender a necesidades de salud:

- a) Proponemos la instalación de un elevador en el edificio principal del Instituto de Geofísica. La razón es que tanto adultos mayores como personas con alguna discapacidad, temporal o permanente, necesitan de este medio para moverse entre los pisos del Instituto.
- b) Un lugar donde se pueda hacer ejercicio. Esto es importante pues las largas horas laborales, así como las grandes distancias que se recorren en esta ciudad para trasladarse de casa al trabajo y viceversa, no dan demasiadas oportunidades para acudir a un gimnasio a hacer ejercicio. Esta actividad es importante para mantener una buena salud, tanto física como emocional.

Finalmente la Comisión de Equidad de Género del Instituto de Geofísica, propone la realización de las siguientes actividades a las autoridades Universitarias:

- a) Mejora de señalizaciones, localización de semáforos e información. En particular, es importante saber dónde y cuándo pasa el transporte especial para personas con alguna discapacidad.
- b) Campaña de concientización en toda la Universidad para que los ciclistas y motociclistas no utilicen las zonas peatonales y respeten el sentido de circulación en las avenidas.
- c) Hacer una campaña y tomar medidas para evitar la venta y consumo de drogas en la Universidad. Este tipo de situaciones puede provocar violencia de género en las instalaciones universitarias.
- d) Proponer el establecimiento de una guardería para estudiantes de posgrado e investigadores. Esto es importante pues solemos pasar más de ocho horas en nuestras labores, y sería muy importante tener a nuestros hijos cerca, no sólo para poder estar con ellos durante la hora de comida o por algún tiempo determinado, sino para poder atender con mayor rapidez cualquier emergencia.

TABLA 1. DATOS DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA

NOMBRE	SIGLAS	RESPONSABLES	LOCALIZACIÓN
<b>LABORATORIOS NACIONALES E INTERUNIVERSIDADES</b>			
Laboratorio Nacional de Clima Espacial	LANCE	Dr. Juan Américo González Esparza	U. Michoacán
Laboratorio Unidad de Geoquímica de Fluidos Geotérmicos	LUGFG (CEMIE_GEO-UNAM)	Dra. Ruth E. Villanueva Estrada	C.U.
Laboratorio Unidad de Petrología Experimental	LUPE (CEMIE_GEO-UNAM)	Dr. Giovanni Sosa Ceballos	U. Michoacán
Laboratorio Unidad de Microanálisis	LUMA (CEMIE_GEO-UNAM)	Dr. José Luis Macías Vázquez	U. Michoacán
Unidad de Sistemas de Información Geográfica, Laboratorio de Análisis de Riesgos (LAR)	USIG_LAR (CEMIE_GEO-UNAM)	Dr. José Luis Macías Vázquez	U. Michoacán
Laboratorio Unidad de Vulcanología y Granulometría	LUVG (CEMIE_GEO-UNAM)	Dr. José Luis Macías Vázquez	U. Michoacán
Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural	LIMNA	Dr. Juan Julio Morales Contreras	U. Michoacán
<b>LABORATORIOS UNIVERSITARIOS E INTERINSTITUCIONALES (DEPENDENCIAS UNAM)</b>			
Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica	LUGIS	Dr. Peter Schaaf, Dr. Raymundo G. Martínez Serrano	C.U.
Laboratorio Universitario de Cartografía Oceánica	LUCO	Dr. Carlos Mortera Gutiérrez	C.U.
Laboratorio Universitario de Petrología	LUP	Dr. Carles Canet Miquel	C.U.
Laboratorio Universitario de Radiocarbono	LUR	Dra. Laura Beramendi Orosco	C.U.
Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental	LUGA	Dr. Avto Gogichaishvili, Dr. F. Bautista, Dr. Juan Julio Morales Contreras	U. Michoacán
Laboratorio de Paleolimnología	LPALEOLIM	Dra. Margarita Caballero, Dra. Beatriz Ortega	C.U.
Laboratorio Servicio Arqueomagnético Nacional	SAN	Dr. Avto Gogichaishvili, Dr. Juan Julio Morales Contreras, Dra. Ana María Soler A.	U. Michoacán

Nota: color rojo = localizados en la Unidad Michoacán, negro = localizados en Ciudad Universitaria (C.U), azul = localizados en el I. de Ciencias del Mar y Limnología e I. de Investigaciones Antropológicas (C.U.)

TABLA 1. DATOS DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA (CONTIN.)

NOMBRE	SIGLAS	RESPONSABLES	LOCALIZACIÓN
<b>UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN. TIPO 1: LABORATORIOS INSTITUTO DE GEOFÍSICA</b>			
Laboratorio de Cartografía Digital	CARDI	Dr. Enrique Cabral	C.U.
Laboratorio ICP-MS	LICP-MS	Dra. Ofelia Morton Bermea	C.U.
Laboratorio de Química Analítica	LQA	Dra. Ma. Aurora Armienta Hernández	C.U.
Laboratorio de Paleomagnetismo	LPALEOMAG	Dr. Luis Alva Valdivia, Dra. Beatriz Ortega Guerrero, Jaime Urrutia Fucugauchi.	C.U.
Laboratorio de Termoluminiscencia	LT	Dr. Peter Schaaf	C.U.
Laboratorio de Paleoclimas y Paleoclimas.	LPP	Dra. Ligia Pérez Cruz	C.U.
Laboratorio de Geodesia Satelital	LAGEOS	M. en C. Esteban Hernández, Dra. Sara I. Franco Sánchez	C.U.
<b>UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN TIPO 2: LABORATORIOS DEPARTAMENTALES</b>			
Laboratorios de Sedimentología Volcánica	LSV	Dra. Marie Noëlle Guilbaud	C.U.
Laboratorio de Microscopios de Vulcanología	LMV	Dra. Marie Noëlle Guilbaud	C.U.
Laboratorio de Petrografía	LPETRO	Dr. José Luis Macías Vázquez	U. Michoacán
Laboratorio de Análisis de Partículas y Separación de Minerales	LAPSM	Dr. José Luis Macías Vázquez	U. Michoacán
Laboratorio de Electrónica- Sección Geofísica Aplicada	LEL	Dr. Juan Julio Morales Contreras	U. Michoacán
Laboratorio de Cromatografía de Gases Volcánicos	LCROM	Dr. Yuri Tarán	C.U.
Laboratorio de Petrografía y Microtermometría	LPM	Dra. Rosa Maria Prol L. y C. Dr. Augusto A. Rodríguez Díaz	C.U.
<b>UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN TIPO 3: LABORATORIOS DE ACADÉMICOS</b>			
Laboratorio de Propiedades Térmicas de Rocas	LPTR	Dr. Servando De la Cruz Reyna	C.U.
Laboratorio de Investigación Geoquímica	LIG	Dr. Daniel Pérez Zárate	C.U.
Laboratorio de Radioactividad Natural	LRN	Dr. Faustino Juárez Sánchez	C.U.
<b>OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA</b>			
Radio Observatorio Solar	ROS	Dr. Alejandro Lara	C.U.
Observatorio de Radiación Solar	ORS	Dr. Mauro Valdés Barrón	C.U.
Observatorio de Rayos Cósmicos	ORC	Dr. José Francisco Valdéz G.	C.U.

TABLA 2.- CONDENSADO DE PLAN DE DESARROLLO DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA

NOMBRE	PLAN DE TRABAJO 2017	PLAN DE DESARROLLO 2017-2021	INFRAESTRUCTURA
<b>LABORATORIOS NACIONALES E INTERUNIVERSIDADES</b>			
Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE)	Iniciar la Certificación del Laboratorio. Desarrollar investigación en clima espacial y publicar resultados. Formar recursos humanos sobre clima espacial.	Continuar con el proyecto de Laboratorio Nacional (CONACYT). Certificar el sistema de alerta temprana de clima espacial. Establecer proyectos de vinculación con autoridades de protección civil y proveedores de servicios y sistemas tecnológicos (clima espacial). Desarrollar investigación en clima espacial y publicar resultados. Formación de recursos humanos (cursos de licenciatura y posgrado y la dirección de tesis).	Actualizar el 'backend' del radiotelescopio MEXART y del equipo de laboratorio de electrónica.
Laboratorio Unidad de Geoquímica de Fluidos Geotérmicos (LUGFG)	Terminar de implementar las técnicas analíticas y validar los protocolos de ensayo. Continuar con el proceso de Certificación del Laboratorio (SGC). Realizar análisis químicos para estudiantes.	Terminar con la Certificación o Sistema de Gestión y Calidad (SGC). Brindar apoyo para el desarrollo de tesis de Licenciatura y Posgrado, y de investigación del personal académico de la institución. Solicitar plazas para técnicos formados dentro del laboratorio para asegurar su funcionamiento.	
Laboratorio Unidad de Petrología Experimental (LUPE)	Completar la calibración del equipo. Participar en 3 proyectos de investigación (GEMex, CEMIE-Geo y C. Básica de CONACYT) y generar resultados. Capacitar, entrenar y dar apoyo técnico a estudiantes de Posgrado.	Fortalecer el uso de los instrumentos del laboratorio entre los Investigadores de Ciencias de la Tierra. Utilizar los instrumentos en aplicaciones de Geotermia. Entrenar estudiantes de Posgrado en las técnicas experimentales. Participar en 3 proyectos de investigación financiados por CEMIE-Geo, GEMex y CONACYT.	
Laboratorio Unidad de Microanálisis (LUMA)	Terminar la calibración y elaboración de todas las rutinas analíticas de la microsonda electrónica. Continuar con las rutinas analíticas para medir volátiles en el espectroscopio Raman. Trabajar para tres proyectos de investigación (1 del GEMex, 1 del CEMIE-Geo y 1 de Ciencia Básica del CONACYT). Capacitar y entrenar a estudiantes de posgrado en el funcionamiento de los equipos del Laboratorio Unidad.	Fortalecer la experiencia analítica de los investigadores en los instrumentos del laboratorio. Completar la capacitación de los técnicos de laboratorio para realizar análisis rutinarios. Especializar el uso de los instrumentos en aplicaciones de Geotermia. Dar servicios de investigación en áreas diferentes a las Ciencias de la Tierra. Entrenar estudiantes de Posgrado en las técnicas microanalíticas. Participar en 4 proyectos de investigación financiados por el CEMIE-Geo, GEMex y CONACYT.	Actualizar la resolución del espectrómetro RAMAN con la adquisición de 3 láseres.
Unidad de Sistemas de Información Geográfica-Laboratorio de Análisis de Riesgos (USIG-LAR)	Continuar con trabajos de mantenimiento, operación y funcionamiento del Laboratorio. Generar bases de datos de Análisis de Peligros y Riesgos por Fenómenos Naturales en Michoacán (Proyecto Cátedras Conacyt). Brindar apoyo a investigadores de la U. Michoacán, IGEF-CU, UMSNH y de la ENES para proporcionar insumos cartográficos, asesorías, impresión de mapas y material para los congresos (carteles, pósters entre otros). Trabajar en dos proyectos del CEMIE-Geo. Formar estudiantes de Licenciatura y Posgrado.	Realizar de manera sistemática la cartografía geológica del Estado de Michoacán. Elaborar mapas de peligros por fenómenos naturales y eventualmente mapas de riesgo. Emplear software especializado para elaborar mapas de peligros y riesgos. Actualizar y mejorar el equipo de cómputo para los programas de SIG, modelación y su uso en el Data Center de la Unidad Michoacán.	Se instalará en 2017-2018 un servidor de 40 núcleos en el Data Center de la Unidad para procesamiento de información y modelación de fenómenos por peligros naturales.
Laboratorio Unidad de Vulcanología y Granulometría (LUVG)	Elaborar láminas pulidas, realizar análisis granulométricos de muestras de origen volcánico o sedimentario, preparar muestras para análisis de DRX, realizar análisis, procesamiento de datos estadísticos y elaboración de reportes. Participar en 2 proyectos de investigación (Financiados por el CEMIE-Geo). Capacitar y dar apoyo técnico a usuarios del CEMIE-Geo.	A partir del 2018 se realizarán ajustes a este laboratorio, los cuales se estarán reportando más adelante. Las actividades rutinarias que se desarrollarán serán: Elaboración de láminas pulidas, análisis granulométricos de muestras, preparación de muestras para análisis de DRX, análisis y procesamiento de datos estadísticos, participar en 4 proyectos financiados por el CEMIE-Geo, GEMex, y CONACYT, capacitación y apoyo técnico a usuarios vinculados al CEMIE-Geo y estudiantes de Licenciatura y Posgrado.	Reemplazo de Baño ultrasónico y reemplazo de Tamices dañados.
Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA)	Asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos. Participar en proyectos de investigación sobre la evolución del campo magnético terrestre desde el Cretácico al Presente. Realizar aplicaciones de paleomagnetismo en tectónica regional y estratigrafía de alta resolución. Brindar apoyo a estudiantes de Licenciatura y Posgrado. Publicar al menos 5 artículos en revistas indexadas.	Gestionar la adquisición del magnetómetro criogénico superconductor aún no disponible en México. Mantener el ritmo de las publicaciones de alto impacto. Aumentar la participación de estudiantes a través de realización de tesis de Licenciatura y Posgrado.	Intentar adquirir un magnetómetro criogénico superconductor marca 2G Enterprise. Sustituir los magnetómetros AGICO JR5 por versiones más modernas.
<b>LABORATORIOS UNIVERSITARIOS E INTERINSTITUCIONALES (DEPENDENCIAS UNAM)</b>			
Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS)	Instalar un nuevo desgasificador de filamentos financiado por CONACYT. Instalar una nueva prensa de 1.5 tons. para tratamiento mecánico de rocas. Determinar las relaciones isotópicas de Rb, Sr, Sm, Nd, U, Pb de más de 350 muestras de roca y minerales (interés genético y fechamientos). Participar en más de 10 proyectos de investigación financiados por PAPIIT-DGAPA-UNAM y CONACYT entre otros. Realizar mediciones isotópicas para el convenio SGM-UNAM. Brindar apoyo analítico a investigadores y estudiantes de Licenciatura y Posgrados nacionales y extranjeros.	Desarrollar y realizar fechamientos U-Pb en zircones individuales, apatitos y monazitas. Iniciar el desarrollo del método isotópico Re-Os para investigaciones de rocas ígneas máficas y fechamiento de petróleo de edad Jurásica o más y yacimientos minerales. Continuar con mediciones isotópicas para el convenio SGM-UNAM. Continuar brindando apoyo analítico a investigadores y estudiantes de Licenciatura y Posgrado nacionales y extranjeros. Participar en proyectos de investigación en Ciencias de la Tierra y Arqueología entre otros temas. Contar con un sistema de No-break para evitar apagones en el laboratorio Limpio. Seguir participando con datos isotópicos en diversas publicaciones científicas.	Intentar actualizar el sistema de adquisición de datos (hardware y software) para el espectrómetro de masas FINNIGAN MAT 262. Esta Actualización tendría un costo aproximado de 40,000 euros.
Laboratorio Universitario de Cartografía Oceánica (LUCO)			
Laboratorio Universitario de Petrología (LUP)	Continuar prestando servicios de microanálisis semi-cuantitativo y cuantitativo a investigadores, estudiantes y particulares que lo requieran. Las instituciones que en general lo solicitan son universidades del país y del extranjero, así como dependencias gubernamentales y privadas.	Continuar con la prestación de servicios microanalíticos y de comprar refacciones para su funcionamiento como manguera de lente objetiva, cristal sintético TAP para el espectrómetro No. 1, Evaporadora de grafito para cubrir muestras. Todo esto tiene un monto aproximado de \$600,000.00	Se pretende adquirir una nueva microsonda electrónica para continuar prestando los servicios microanalíticos que tantos frutos ha dado a las Geociencias en México.
Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR)	Adquisición e instalación de nueva infraestructura para la preparación de muestras menores a 1 g de carbono (Proyecto CONACYT - Laboratorios Nacionales).	Desarrollar protocolos de análisis para la operación de la nueva infraestructura que se instalará. Seguir trabajando en proyectos de Investigación, Brindar facilidades a estudiantes de diferentes niveles, realizar acuerdos y convenios para el desarrollo del laboratorio. Realizar la Acreditación del Laboratorio.	Reemplazo de una bomba de alto vacío tipo PFEIFFER.
Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental (LUGA)	Asegurar el funcionamiento de los equipos (especialmente la balanza de curie). Establecer una red de monitoreo dinámico de la contaminación ambiental (métodos geofísicos en la Ciudad de México). Apoyar a estudiantes de Licenciatura y Posgrado. Publicar al menos 3 artículos en revistas indexadas.	Establecer redes de monitoreo de contaminación ambiental en grandes ciudades de México. Producir mapas de distribución de metales pesados junto con proxies geofísicos en diferentes megaciudades de América Latina. Mantener el ritmo de las publicaciones de alto impacto. Aumentar la participación de estudiantes de Licenciatura y Posgrado.	Adquirir un puente de susceptibilidad multifuncional automática a tres frecuencias tipo MFK1B (AGICO).

TABLA 2.- CONDENSADO DE PLAN DE DESARROLLO DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA (CONTINUACIÓN)

NOMBRE	PLAN DE TRABAJO 2017	PLAN DE DESARROLLO 2017-2021	INFRAESTRUCTURA
Laboratorio de Paleolimnología (LPALEOLIM)	Ampliar la capacidad para preservar las secuencias sedimentarias en buenas condiciones (refrigeradas) mediante la compra de un refrigerador de dos puertas. Instalar un objetivo de 40 x, cámara fotográfica, así como computadora y programa de manejo de imágenes en un microscopio Zeiss de reciente adquisición.	Invitar a un Posdoctorante para que estudie secuencias sedimentarias lacustres de Chalco. Contar con un nuevo cuarto frío de almacenamiento de núcleos. Adquirir un espectrofotómetro portátil Konica Minolta para el análisis del color y fluorescencia de sedimentos lacustres. Adquirir un nuevo microscopio óptico con contraste de fases. Contar con apoyo de un técnico para el procesamiento de muestras, trabajo de campo, mantenimiento de las secuencias sedimentarias almacenadas y en el uso y mantenimiento de equipos. Desarrollar un laboratorio Inter-Institucional de estudios paleoambientales y Paleoclimáticos.	Renovar un equipo de computo. Actualizar cámara fotográfica paramicroscopio Olympus. Comprar una nueva sonda multiparamétrica para mediciones limnológicas.
Laboratorio Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN)	Asegurar el funcionamiento de los equipos (especialmente los hornos de arqueointensidad y blindajes magnéticos). Determinar la cronología absoluta de sitios arqueológicos del occidente de México. Asesorar a estudiantes en sus tesis de Licenciatura y Posgrado. Publicar al menos 5 artículos en revistas indexadas.	Impactar en la cronología absoluta de sitios arqueológicos de México a través del fechamiento de artefactos quemados. Dar servicio a casi todas las delegaciones estatales del INAH. Mantener el ritmo de publicaciones de alto impacto. Aumentar la participación de estudiantes de Licenciatura y Posgrado.	Adquirir un horno de arqueointensidad ultrarapido para disminuir el tiempo de experimentos.
UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN. TIPO I: LABORATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA			
Laboratorio de Cartografía Digital (CARDI)	Pretende transformarse en Servicio. Ver Plan de desarrollo Servicio de Geodesia Satelital 2017-2021.	Se plantean 4 líneas de acción y programas para el periodo. Aumentar la infraestructura instrumental, en especial aquella de tecnologías emergentes. Detectar instancias gubernamentales y privadas que puedan ser usuarios de los productos que genera el laboratorio apoyándose en la Coordinación de Vinculación del Instituto. Para generar mayor interés en estudiantes de Ciencias de la Tierra se desarrollarán programas de difusión de geodesia satelital. Desarrollar un programa continuo de divulgación en coordinación con el Museo de Geofísica del Instituto de Geofísica. Implementar un programa de certificación de las actividades y flujos de trabajo del laboratorio de Cartografía Digital. Las metas son: Publicar por lo menos 2 artículos en revistas indexadas. Incrementar el instrumental de análisis geodésico y fotogramétrico. Mantener licencias activas de software geodésico y fotogramétrico. Avanzar en la certificación del Laboratorio.	Instalar 4 estaciones GPS-Met en Aguascalientes, Queretaro y Salamanca y renovación de otra más en CDMX.
Laboratorio ICP-MS (LICP-MS)	Optimizar la digestión de material particulado (PM) mediante un nuevo digestor ULTRA-WAVA (Milestone) para desarrollar exitosamente compromisos académicos acordados.	Instalar un procedimiento de especiación de metales.	Adquirir un cromatógrafo iónico (ICS-5000 HPIC de Thermo Scientific) para el ICP-MS. Permitirá la identificación de formas químicas de metales a analizar.
Laboratorio de Química Analítica (LQA)	Concluir proyecto PUES-CFE (C.G. Cerro Prieto-agua zona agrícola aledaña). Desarrollar proyecto U. de Texas A&M-CONACYT (procesos geoquímicos de atenuación de metales y metaloides tóxicos en Zimapán). Participar en ejercicio de intercalibración internacional para aguas geotérmicas. Apoyar y dirigir tesis de Licenciatura y Posgrado, s. social y p. verano de la investigación. Proseguir monitoreo de calidad del agua del Sis. de captación de Agua de lluvia del PUES y de los Lagos de Chapultepec. Continuar experimentos para la remoción de contaminantes mediante calizas. Continuar monitoreo geoquímico de fluidos de los volcanes Popocatepetl, El Chichón y de Colima. Mejorar y optimizar los métodos analíticos del laboratorio.	Continuar mejorando las condiciones del Laboratorio (la exactitud, precisión y reproducibilidad de los análisis) y actualizar los equipos analíticos (de ser posible adquirir un espectrómetro de plasma con emisión). Seguir con las actividades de docencia y formación de personal. Ampliar las especies químicas factibles de analizar en el laboratorio. Continuar con el desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y residuos mediante sistemas sustentables (materiales geológicos y vegetales).	Reemplazar sistema de purificación de agua desionizada. Reemplazar un espectrómetro de absorción atómica que incluya horno de grafito, sistema para lámpara de descarga sin electrodos, sistema de corrección de fondo, sistema FIAS y sistema automático de introducción de muestras. Adquirir un espectrómetro de plasma con emisión
Laboratorio de Paleomagnetismo (LPALEOMAG)			
Laboratorio de Termoluminiscencia (LTL)	Prestar servicio de datación de muestras geológicas y arqueológicas. Caracterización mineralógica y química de residuos de materiales cerámicos. Implementación de la técnica de fluorescencia de luz ultravioleta.	Continuar con el servicio de datación de diferentes muestras geológicas y arqueológicas. Realizar peritaje arqueológico con métodos luminiscentes. Ampliación de áreas de trabajo del laboratorio en el edificio Anexo. Continuar con la formación de recursos humanos de estudiantes nacionales y recibir investigadores nacionales y del extranjero para formación en las técnicas de termoluminiscencia. Organizar el Simposio Latinoamericano de Física y Química en Arqueología, Arte y Conservación de Patrimonio Cultural LASMAC 2019. Consolidar el grupo de datación. Consolidar la Unidad de caracterización de materiales cerámicos arqueológicos. Implementar la técnica de luminiscencia ópticamente estimulada (OSL).	Adquisición de un molino pequeño con bolitas de acero, agata para pulverización de muestras. Adquisición de software para adquisición y procesamiento de datos de análisis espectral tipo TLapplic 4.3 y FirstLigth 2.0 for windows (Daybreak Nuclear). Adquisición de equipo lector de termoluminiscencia y luminiscencia ópticamente estimulada marca RISO. Adquisición de un espectrómetro gama portátil marca Camberra u
Laboratorio de Paleoclimatología y Paleoclimas (LPP)			
Laboratorio de Geodesia Satelital (LGEOS)	Mantener funcionando los servidores principales de almacenamiento y procesado y automatizar el procesado sistemático de las estaciones GPS del SSN. Tener una versión piloto de un repositorio de respaldo para los datos históricos del SSN.	Consolidar al laboratorio para que la comunidad lo conozca y lo utilice como apoyo a proyectos de investigación en técnicas GNSS. Presentar un reglamento del laboratorio para fomentar su uso. Crear un comité académico para el funcionamiento del laboratorio. Ampliar la colaboración con otras Instituciones de Ciencias de la Tierra. Ser un referente en la gestión de los sistemas GNSS y GPS. Ser el impulsor de un consorcio nacional GPS. Contar con más personal técnico en el laboratorio.	

TABLA 2.- CONDENSADO DE PLAN DE DESARROLLO DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA (CONTINUACIÓN)

UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN TIPO 2: LABORATORIOS DEPARTAMENTALES, INSTITUTO DE GEOFÍSICA			
Laboratorios de Sedimentología Volcánica (LSV)	Optimizar el espacio disponible en el laboratorio y mejorar las condiciones de uso. Incorporar nuevos equipos recientemente adquiridos por personal del Departamento de Vulcanología. Mejorar las condiciones de iluminación dentro de las salas.	Fortalecer el crecimiento del Laboratorio para satisfacer la demanda de servicios de usuarios del Departamento de Vulcanología y de usuarios externos. Continuar con la reorganización de los espacios e incorporar nuevos equipos: Reparar varios equipos y adquirir nuevos.	Reemplazar equipo purificador de agua, complementario del sedimentógrafo láser. Actualizar equipo de cómputo y software del sedimentógrafo (en caso de cambio del equipo Analysette). Comprar equipo vibratorio Ro-tap para tamices de 3". Comprar 2 juegos de tamices de 8" y 2 juego de tamices de 3", comprar 1 Balanza digital de precisión y un cuarteador

TABLA 2.- CONDENSADO DE PLAN DE DESARROLLO DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA (CONTINUACIÓN)

NOMBRE	PLAN DE TRABAJO 2017	PLAN DE DESARROLLO 2017-2021	INFRAESTRUCTURA
Laboratorio de Microscopios de Vulcanología	Optimizar el espacio disponible en el laboratorio y mejorar las condiciones de uso. Incorporar nuevos equipos recientemente adquiridos por personal del Departamento de Vulcanología. Mejorar las condiciones de iluminación dentro de las salas.	Fortalecer el crecimiento del Laboratorio para satisfacer la demanda de servicios de usuarios del Departamento de Vulcanología y de usuarios externos. Continuar con la reorganización de los espacios e incorporar nuevos equipos: Reparar varios equipos y adquirir nuevos.	
Laboratorio de Petrografía (LPETRO)	Modernizar el laboratorio y comprar varios equipos (proyecto GEMEX del CONACyT). Realizar actividades rutinarias de operación y servicios así como entrega de resultados. Mejorar y optimizar las rutinas de trabajo. Capacitar, asesorar y/o supervisar a los usuarios (CEMIE-Geo). Organizar bodega de rocas y formar Litoteca (pag. web). Participar en 4 proyectos de investigación (CEMIE-Geo, CONACyT) y en actividades de difusión y divulgación.	Realizar actividades de mantenimiento. Mejorar y actualizar las actividades rutinarias del Laboratorio. Modernizar su infraestructura física y equipamiento. Prestar servicios de alta calidad y eficiencia para usuarios internos y externos. Participar en 4 proyectos de investigación (CEMIE-Geo, GEMex y CONACyT). Capacitar estudiantes de diferentes niveles en las técnicas del laboratorio. Participar en actividades de difusión y vinculación.	Reemplazar cortadora de precisión Petro Thin, cortadora de rocas de disco de diamante, bomba de vacío, microscopio petrográfico, gabinete desecador para vacío, pulidora de minerales y rocas (MetaServ Buheler), pulidora de minerales y rocas (Struers Roto Pol 35), tina Ultrasonido (Fisher), computadora de escritorio, impresora HP DesKjet, limpiador Ultrasonico grande.
Laboratorio de Análisis de Partículas y Separación de Minerales (LAPSM)	Efectuar mantenimiento del laboratorio, implementar y actualizar metodologías de trabajo para la obtención de datos de productos volcánicos y sedimentos. Realizar análisis granulométricos de muestras volcánicas o sedimentarias. Participar en proyectos (P-15 CEMIE-Geo, GEMex-CONACyT-SENER 2016-2020). Participar en cursos de licenciatura y posgrado de la ENES y de la UMSNH. Proporcionar apoyo técnico a estudiantes de diferentes niveles.	Mantenimiento del laboratorio, implementar y actualizar metodologías de trabajo para la obtención de datos de productos volcánicos y sedimentos. Realizar análisis granulométricos de muestras piroclásticas o sedimentarias, participar en Proyectos (CEMIE-Geo y CONACyT-SENER), impartir cursos en la ENES y UMSDH. Apoyo a estudiantes, elaboración de un manual de densidad y vesicularidad para el análisis de flujos piroclásticos.	Actualización de la pulverizadora Herzog (compra mortero de ágata). Compra de una trituradora, balanza analítica, baño ultrasónico redondo. Reemplazo de equipo de agua Milli-Ro. Comprar microscopio estereoscópico. Actualizar equipo de computo. Comprar tamices y mortero electrónico de ágata.
Laboratorio de Electrónica- Sección Geofísica Aplicada			
Laboratorio de Cromatografía de Gases Volcánicos			
Laboratorio de Petrografía y Microtermometría (LPM)	Prestar apoyo a proyectos de investigación de recursos minerales y geotérmicos. Prestar servicios a académicos, estudiantes y prácticas de materias de Posgrado. Dar mayor visibilidad a los productos del Laboratorio. Llevar un registro de usuarios y productos generados. Fortalecer la integración de la investigación con la docencia del Posgrado y licenciaturas afines en la UNAM.	Instalar cámara en microscopio petrográfico. Adecuación y renovación del software en computadoras asociadas a los equipos del Laboratorio (SWIR y SEM). Instalar aire acondicionado para el manejo y operación del microscopio electrónico de barrido ambiental. Adquirir un equipo de microdifracción de rayos X.	Aquirir nuevas Lap Tops asociadas con los equipos de SWIR y SEM para el mejor uso del software e instrumento.
UNIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN TIPO 3: LABORATORIOS DE ACADÉMICOS, INSTITUTO DE GEOFÍSICA			
Laboratorio de Propiedades Térmicas de Rocas (LPTR)			
Laboratorio de Investigación Geoquímica (LIG)	Obtener los métodos analíticos, implementados de forma eficiente en el laboratorio, para ofrecer servicios de análisis químicos de fluidos hidrotermales con alto grado de precisión y exactitud.	Llegar a ser un referente institucional en geoquímica de fluidos hidrotermales, fundamentada en investigación científica de vanguardia y desarrollo tecnológico. Realizar investigación geoquímica aplicada para brindar soluciones innovadoras a la industria. Ser un referente de calidad, honestidad, competencia, vanguardia tecnológica y preservación del medio ambiente.	Actualmente se está llevando a cabo la actualización del equipo de cromatografía de gases SR (año 2006). Renovar la balanza analítica de alta precisión y actualización de pH-metro portátil usado para trabajo de campo.

TABLA 2.- CONDENSADO DE PLAN DE DESARROLLO DE LABORATORIOS Y OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE GEOFISICA (CONTINUACIÓN)

Laboratorio de Radioactividad Natural (LRN)	Fortalecer la infraestructura mediante la adquisición de un horno de microondas con vasos de alta presión. Consolidar los servicios de capacitación a personal de la Iniciativa Privada, de otras dependencias UNAM y Universidades externas (cursos en las instalaciones del LRN o en las empresas solicitantes).	Aplicar métodos radiológicos para estudios geoquímicos y ambientales. Con recursos de servicios analíticos y de capacitación fortalecer los procesos radioquímicos y realizar mas trabajos de campo con el fin de entender la fijación, movilización y uso como trazadores naturales de los radioisótopos presentes en el entorno geoquímico.	Adquirir un ICP Simultáneo de doble configuración que reemplazará al ICP- OES. Comprar un horno de microondas, detectores de radón activos (RAD 7 y Alphaguard), microscopio óptico de 100X con cámara y filtros, baño ultrasónico con temperatura y un lector de trazos analógico.
<b>OBSERVATORIOS, INSTITUTO DE GEOFÍSICA</b>			
Radio Observatorio Solar	Mantener los instrumentos actuales. Instalar un radio telescopio de 3 metros, primero en CU para pruebas y calibración, y después en Sierra Negra para complementar al Observatorio HAWC.	Instalar un telescopio de 3 metros en HAWC. Recuperar el radio telescopio de 5 metros que se encuentra en resguardo del INAOE. Encontrar el mejor lugar para la instalación de los radiotelescopios solares (Sierra Negra u otro sitio). Crear la infraestructura necesaria en el nuevo sitio de observación. Instalar el radio telescopio de 5 metros. "Recuperar" dos radiotelescopios de 1.2 metros que se encuentran en el abandono en la Preparatoria 5 de la UNAM. Instalar ambos telescopios en C.U. para calibración y pruebas. Instalar los radiotelescopios de 1.2 metros en el sitio final. Hacer observaciones interferométricas con todos los radiotelescopios.	Si, en general todos los equipos necesitan renovación constante, en particular el radio interferómetro solar debe renovar sus receptores.
Observatorio de Radiación Solar	Para el 2017 se hará la instalación de una Estación Base de Radiación Solar (estación de referencia mundial), ya se cuenta con todos los recursos económicos e infraestructura.	Continuar manteniendo la Red Radiométrica Mexicana operativa. Asistir a la intercomparación radiometría mundial en 2020 para mantener el estatus de Centro Radiométrico Regional. Asistir a la calibración de espectrofotómetros Dobson en Buenos Aires, Argentina (2019) para la medición del Ozono Estratosférico. Adquisición de un espectrofotómetro CIMEL de fase nocturna.	Es necesario contar con un nuevo seguidor solar, así como algunos sensores meteorológicos, pero sobre todo sustituir el espectrofotómetro CIMEL debido al deterioro del actual, el costo aproximado de este equipo es de \$2,100,000.
Observatorio de Rayos Cósmicos		requerimientos de observatorios en CU, CDMX y en la Cima del volcán Sierra Negra, Pue. Servicios anuales: \$25,000MN Se requieren servicios de elaboración de tarjetas impresas para los diseños electrónicos que se realizan en los talleres de nuestros observatorios con miras a la modernización del equipo periférico. Adquisición de artículos y materiales de consumo anuales:\$50,000MN Se requieren insumos como: circuitos electrónicos diversos, herramientas, fuentes de bajo voltaje y refacciones diversas para el equipo en funcionamiento en los Observatorios. Adquisición de Mobiliario y Equipo: \$550,000MN Se requiere de un osciloscopio de alta frecuencia para hacer el análisis de las señales de chubascos atmosféricos de rayos cósmicos que llegan al Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCPT) en el sitio.	

Nota: color rojo = localizados en la Unidad Michoacán, negro = localizados en Ciudad Universitaria (C.U), azul = localizados en el I. de Ciencias del Mar y Limnología e I. de Investigaciones Antropológicas (C.U)