

# 4º Informe de actividades del Instituto de Geofísica

**Dr. Arturo Iglesias Mendoza**



geofísica  
UNAM

2016

2015  
2014  
2013



# 4° Informe de Actividades del Instituto de Geofísica de la Gestión 2013-2017

## Radiografía

El Instituto de Geofísica (IGf) está organizado en 7 unidades académicas, 4 servicios geofísicos, 5 unidades de apoyo, 3 secretarías (académica, técnica y administrativa), más de 30 laboratorios u observatorios, organizados desde las unidades académicas, y la dirección.

La figura 1 esquematiza la organización del IGf.

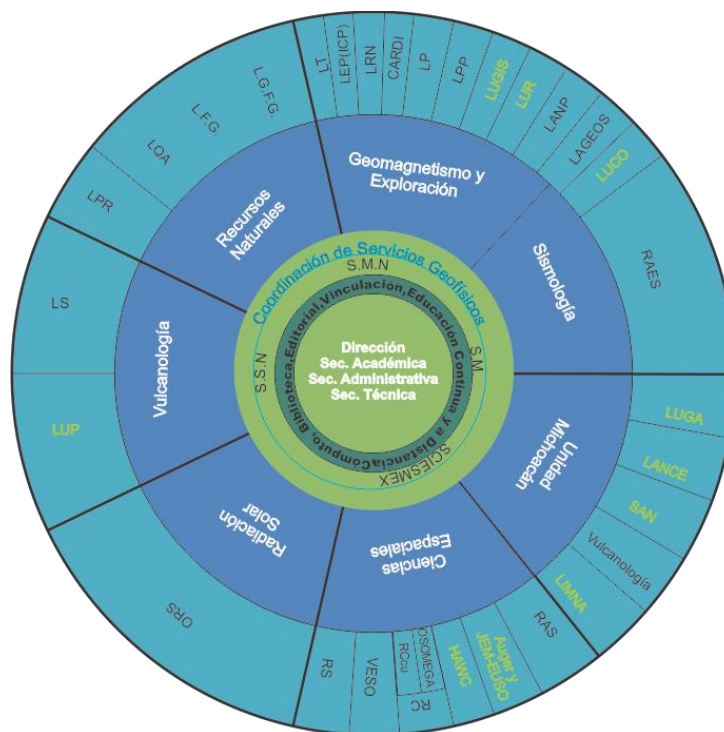


Figura 1. Esquema de organización del Instituto de Geofísica de la UNAM .

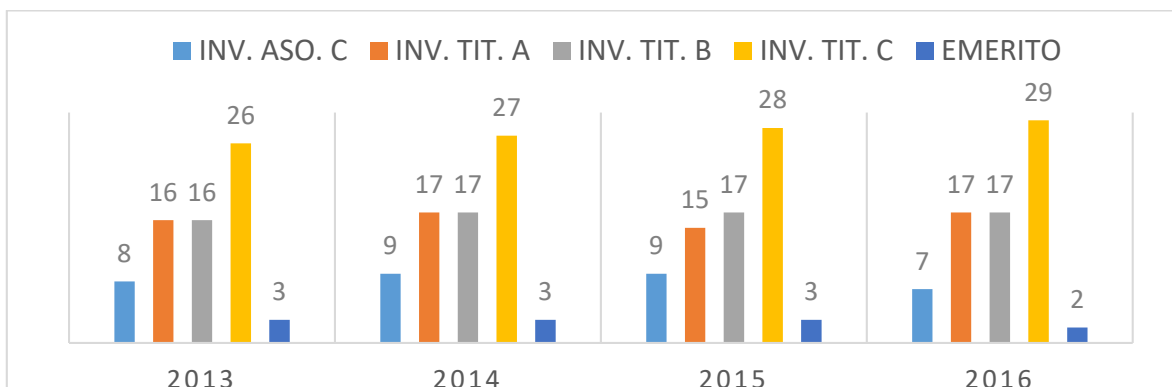
*Tabla 1. Listado de Laboratorios*

| #  | Laboratorio                                                       | Abreviatura | Unidad Académica            |
|----|-------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1  | Observatorio de Radiación Solar                                   | ORS         | Radiación Solar             |
| 2  | Laboratorio Universitario de Petrología                           | LUP         | Vulcanología                |
| 3  | Laboratorio de Sedimentología                                     | LS          | Vulcanología                |
| 4  | Laboratorio de Percepción Remota                                  | LPR         | Recursos Naturales          |
| 5  | Laboratorio de Química Analítica                                  | LQA         | Recursos Naturales          |
| 6  | Laboratorio de Análisis de Gases y Fluidos Geotérmicos            | LGFG        | Recursos Naturales          |
| 7  | Laboratorio de Fluidos Geotérmicos                                | LFG         | Recursos Naturales          |
| 8  | Laboratorio de Termoluminiscencia                                 | LT          | Geomagnetismo y Exploración |
| 9  | Laboratorio de Espectrometría de Masas                            | LEP         | Geomagnetismo y Exploración |
| 10 | Laboratorio de Radiación Natural                                  | LRN         | Geomagnetismo y Exploración |
| 11 | Laboratorio de Cartografía Digital                                | CARDI       | Geomagnetismo y Exploración |
| 12 | Laboratorio de Paleolimnología                                    | LPI         | Geomagnetismo y Exploración |
| 13 | Laboratorio de Paleoceanografía y Paleoclimas                     | LPP         | Geomagnetismo y Exploración |
| 14 | Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica                 | LUGIS       | Geomagnetismo y Exploración |
| 15 | Laboratorio Universitario de Radiocarbono                         | LUR         | Geomagnetismo y Exploración |
| 16 | Laboratorio de Análisis de Núcleos de Perforación                 | LANP        | Geomagnetismo y Exploración |
| 17 | Laboratorio de Paleomagnetismo                                    | LPm         | Geomagnetismo y Exploración |
| 18 | Laboratorio de Registros Geofísicos y Estratigrafía de Secuencias | LRGES       | Geomagnetismo y Exploración |
| 19 | Red de Asistencia a Emergencias Sísmicas                          | RAES        | Sismología                  |
| 20 | Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental                  | LUGA        | Unidad Michoacán            |
| 21 | Observatorio de Centelleo Interplanetario                         | MEXART      | Unidad Michoacán            |
| 22 | Servicio Arqueomagnético Nacional                                 | SAN         | Unidad Michoacán            |
| 23 | Laboratorio de Vulcanología                                       | LV          | Unidad Michoacán            |
| 24 | Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural              | LIMNA       | Unidad Michoacán            |
| 25 | Laboratorio Nacional de Clima Espacial                            | LANCE       | Unidad Michoacán            |
| 26 | Observatorio de Radioastronomía Solar                             | RAS         | Ciencias Espaciales         |
| 27 | Observatorio de Rayos Cósmicos: OSOMEGA y RCcu                    | RC          | Ciencias Espaciales         |
| 28 | Resonancia Schumman                                               | RS          | Ciencias Espaciales         |
| 29 | Laboratorio de Geodesia Satelital                                 | LAGEOS      | Servicio Magnético          |
| 30 | Laboratorio de Gases y Fluidos Geotérmicos                        | LGFG        | Recursos Naturales          |

|    |                                               |      |                    |
|----|-----------------------------------------------|------|--------------------|
| 31 | Laboratorio de Fluidos Geotérmicos            | LFG  | Recursos Naturales |
| 32 | Laboratorio de Cartografía Océanica           | LUCO | Sismología         |
| 33 | Laboratorio Servicio Arqueomagnético Nacional | LSAN | Unidad Michoacán   |

## Personal académico.

A febrero de 2017, el Instituto cuenta con una plantilla de 147 académicos de tiempo completo de los cuales 72 son investigadores y 75 técnicos académicos. De los 72 investigadores 7 tienen un nombramiento de Asociado C, 17 de Titular A, 17 de Titular B, 29 Titulares C y 2 eméritos. La figura 2 muestra una gráfica de la evolución de los nombramientos de los investigadores desde el 2013 hasta el 2016.



*Figura 2. Evolución de los nombramientos de los investigadores con respecto del tiempo*

De los 75 técnicos académicos, 27 tienen un nombramiento de Asociado C, 26 de Titular A, 15 de Titular B y 7 Titulares C. La figura 3 muestra la evolución de los nombramientos de los técnicos académicos desde el 2013.

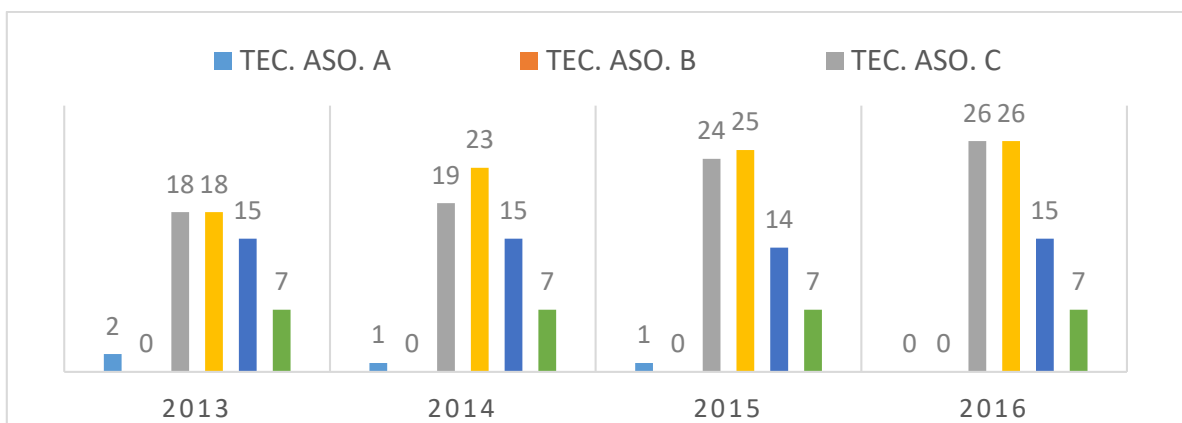


Figura 3. Evolución de los nombramientos de los técnicos académicos con respecto del tiempo

Al corte (diciembre de 2016) la edad promedio de los investigadores es de 55 y la de los técnicos académicos de 49. La Figura 4 muestra la evolución de la edad promedio del personal académico con respecto del tiempo.

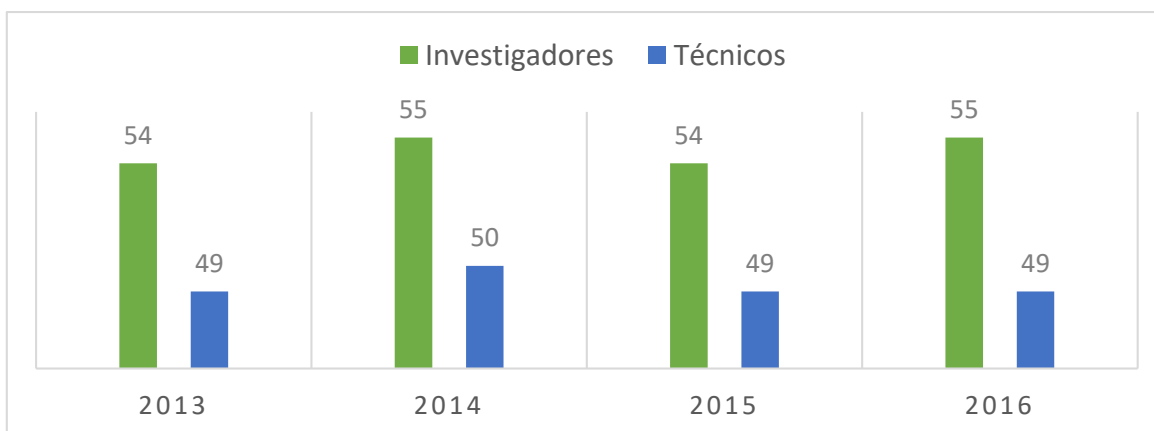
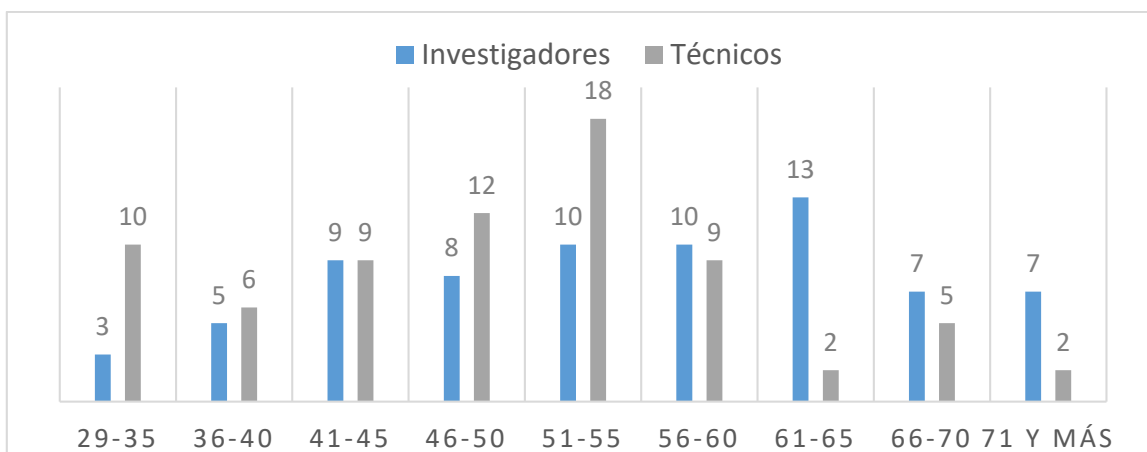


Figura 4. Evolución de la edad promedio del personal académico del Instituto de Geofísica

La distribución de la edad del personal es uniforme pero con dos máximos en el intervalo de 61 a 70 años para los investigadores y de 51 a 55 en los técnicos académicos. La figura 5 muestra la distribución de edades del personal académico.



*Figura 5. Distribución de la edad del personal académico del IGf*

En el período 2013-2017 ingresaron, ya sea por sustitución, por el programa de la renovación de la planta académica o por plazas nuevas 22 académicos al Instituto; la gran mayoría de ellos con edades menores a los 40 años.



La figura 6 muestra una relación del personal académico de nuevo ingreso y las áreas académicas con las que participa.

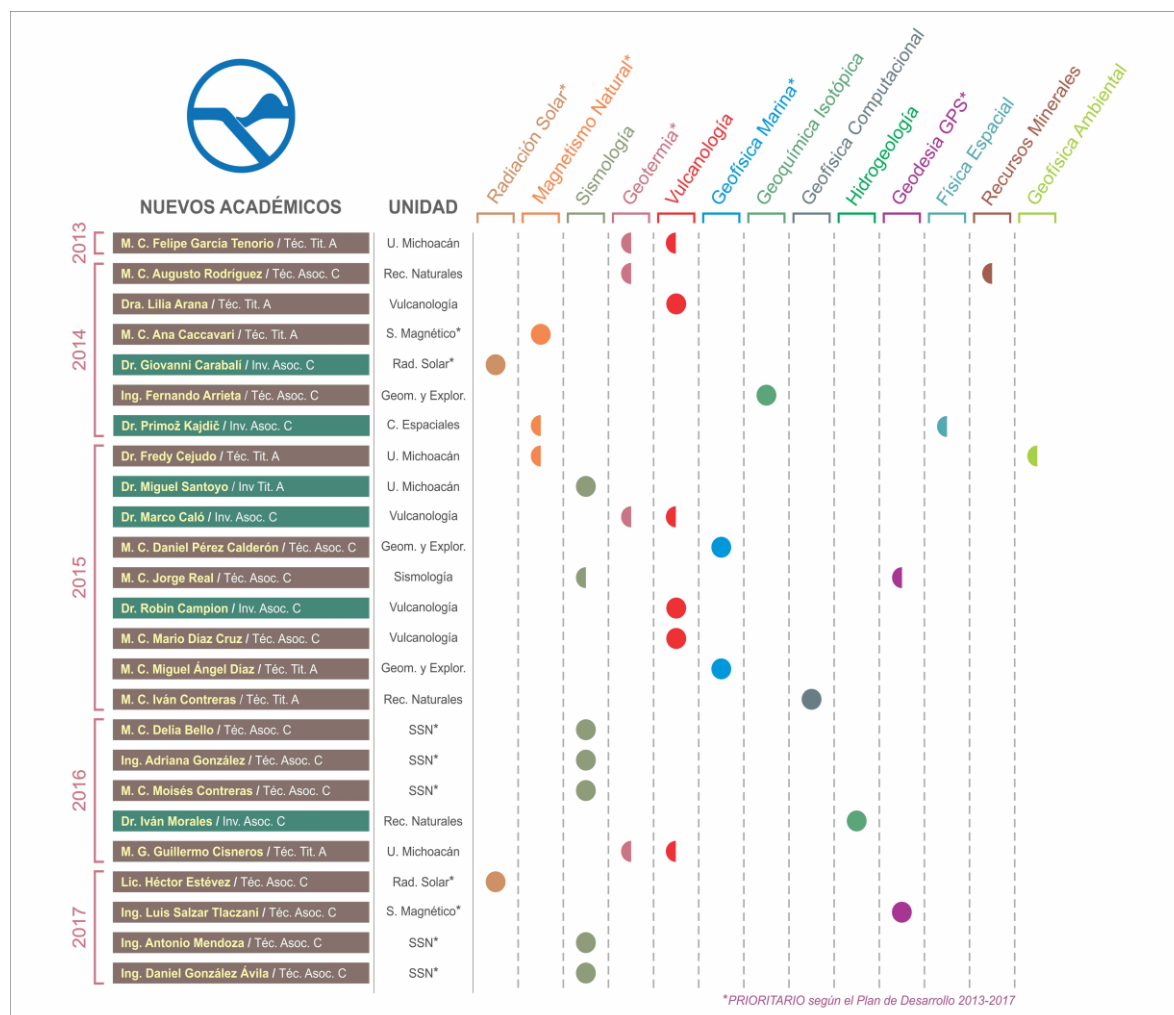


Figura 6. Relación del personal académico de nuevo ingreso del Instituto de Geofísica

También fueron comisionados por proyectos de Cátedras Conacyt 9 jóvenes investigadores.

La figura 7 muestra los proyectos aprobados y académicos responsables y beneficiados.

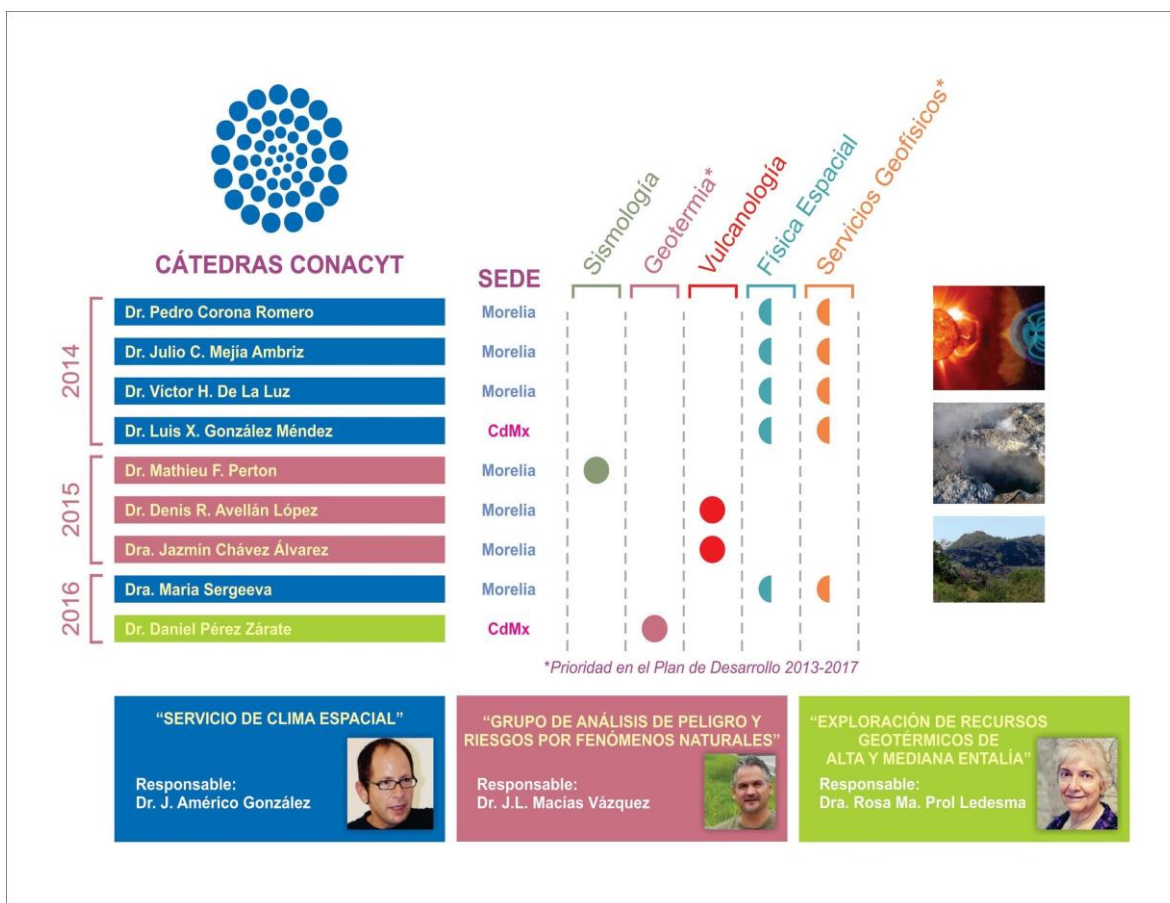


Figura 7. Personal de Conacyt comisionado por el programa de Cátedras



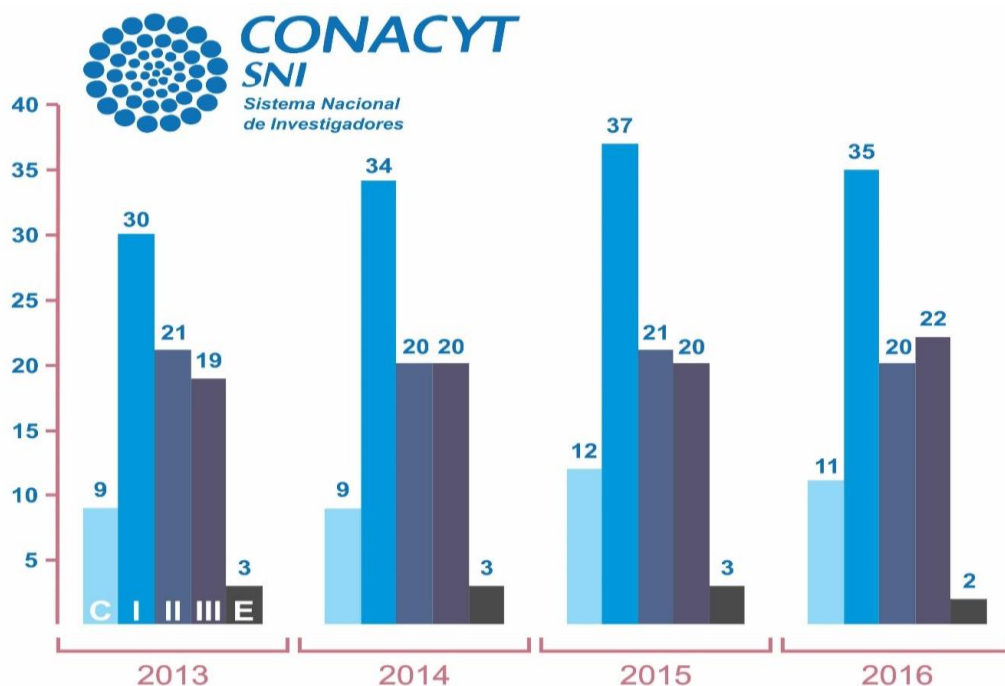
En el periodo participaron 17 becarios postdoctorales de 8 diferentes nacionalidades, a través del Programa de Becas Postdoctorales de la DGAPA- UNAM. La figura 8 muestra una relación de becarios postdoctorales, nacionalidad y área de adscripción.



Figura 8. Relación de becarios postdoctorales de la DGAPA

Para febrero de 2017, 90 académicos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (incluidos las cátedras Conacyt). La figura 9a muestra la distribución de los miembros del SNI de acuerdo a su nivel en el Sistema y la figura 9b muestra la distribución

de acuerdo a su nombramiento.



*Figura 9a. Distribución de los miembros del SNI de acuerdo a su categoría*

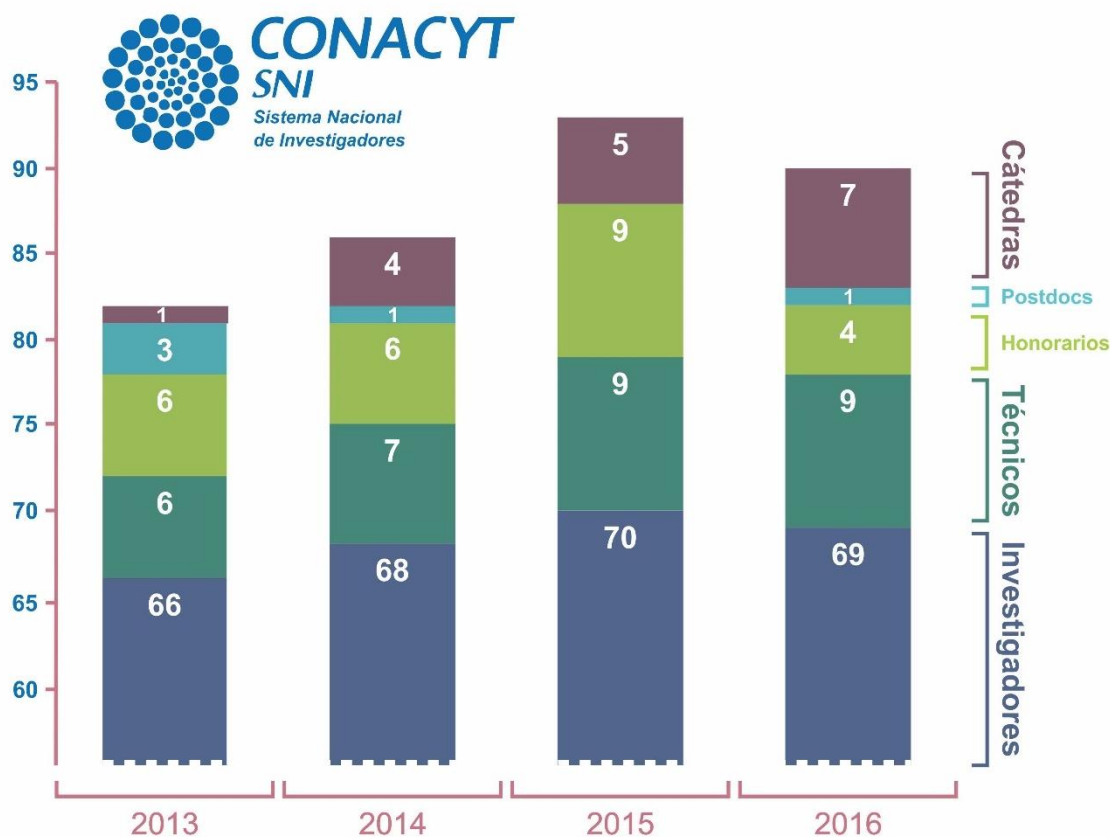


Figura 9b. Distribución de los miembros del SNI de acuerdo a su nombramiento

La gran mayoría de los académicos del Instituto pertenecen al programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE). Para finales del 2016 26 contaban con el estímulo por equivalencia a nivel B, 14 académicos pertenecían al nivel B, 67 al nivel C y 39 al nivel D. En la Figura 10 se muestra la evolución de los niveles en el PRIDE del personal académico del IGf.



Programa de Primas al Desempeño del  
Personal Académico de Tiempo Completo

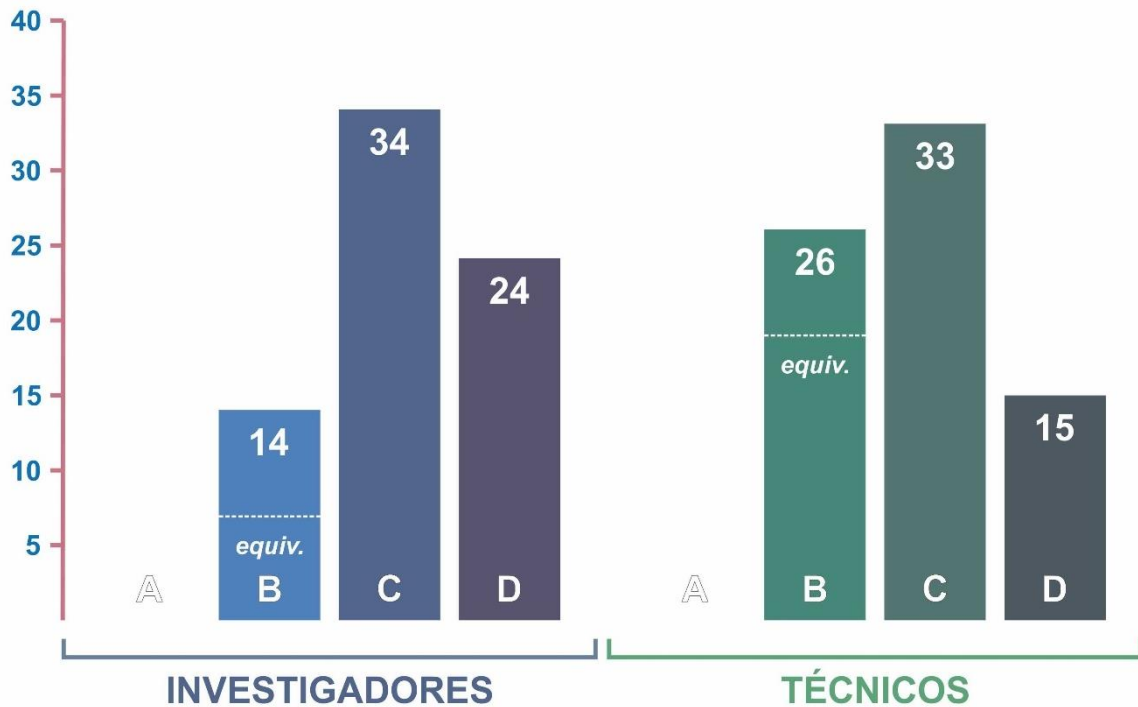


Figura 10. Evolución de los niveles del PRIDE

## Cuerpos Colegiados

### 1. Consejo Interno

El Consejo Interno está constituido por (a) el Director como Presidente; (b) el Secretario Académico como Secretario del Consejo; (c) los representantes de las Unidades Académicas, electos por voto directo: Sismología: Dr. Luis Quintanar Robles, Unidad Michoacán: Dr. Juan Américo González Esparza, Vulcanología: Dr. Juan Manuel Espíndola Castro, Geomagnetismo y Exploración: Dra. Leticia Flores Márquez, Recursos Naturales: Dra. María Aurora Armienta Hernández, Ciencias Espaciales: Dra. Xóchitl Blanco Cano;

(d) el representante ante el CTIC: Dr. Víctor Velasco Herrera; (e) el Consejero Universitario: Dr. David Riveros Rosas; (f) el representante ante el CAACFMI: Dra. Ana Lillian Martín del Pozzo; (g) dos representantes de los técnicos académicos: M.C. Ángel Ramírez Luna e Ing. Miguel Ángel García Palacios; y (h) tres invitados por el director: Dr. David Novelo Casanova, Dr. Roberto Bonifáz Alfonzo y Dr. René Chávez Segura.

## 2. Comisión Dictaminadora

La comisión dictaminadora está constituida por los siguientes académicos:

Dr. Juan Carlos D'olivo Saez (Instituto de Ciencias Nucleares), Dra. María Esther Ortiz (Instituto de Física), Dr. Fernando Samaniego Verduzco (Facultad de Ingeniería), Dr. Fernando Ortega Gutiérrez (Instituto de Geología), Dr. Jesús Solé Viñas (Instituto de Geología) y Dr. Federico J. Sabina Ciscar (Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas).

## 3. Comisión Evaluadora del PRIDE

La comisión evaluadora del PRIDE está constituida por los siguientes académicos:

Dr. Sergio Cevallos Salazar (Instituto de Geología), Dra. María Esther Ortiz Salazar (I. Física), Dr. Jorge Aguirre González (Instituto de Ingeniería), Dr. Raúl Ramón Castro Escamilla (CICESE) y Dr. Manuel Uribe Alcocer (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología).

## Jefaturas de Unidades Académicas, de apoyo y de Servicios Geofísicos.

La siguiente tabla muestra los académicos que tienen las responsabilidades de las jefaturas:

*Tabla 2. Jefaturas de Unidades Académicas, Servicios y Unidades de Apoyo*

|                                  |                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Ciencias Espaciales              | Dr. Héctor Pérez de Tejada             |
| Geomagnetismo y Exploración      | Dra. Ligia Pérez Cruz                  |
| Radiación Solar                  | Dr. Mauro Valdés Barrón                |
| Recursos Naturales               | Dra. Graciela Herrera Zamarrón         |
| Sismología                       | Dr. Víctor Manuel Cruz Atienza         |
| Unidad Michoacán                 | Dr. Avtandil Goguichaisvili            |
| Vulcanología                     | Dr. Hugo Delgado Granados              |
| Servicio Mareográfico Nacional   | Dr. Jorge Zavala Hidalgo (Comisionado) |
| Servicio Sismológico Nacional    | Dra. Xyoli Pérez Campos                |
| Servicio Magnético               | M.C. Esteban Hernández Quintero        |
| Biblioteca                       | Lic. Saúl Armendáriz Sánchez           |
| Cómputo                          | Ing. Daniel Rodríguez Osorio           |
| Editorial                        | Mtra. Andrea Rostan Robledo            |
| Educación Continua y a Distancia | Ing. Lucila Cortina Urrutia            |
| Museo de Geofísica               | Dra. Ana María Soler Arechalde         |
| Vinculación                      | M. en C. David Zamudio Ángeles         |

## Desempeño y Producción

### Premios y Distinciones

En el 2016 el Dr. José Luis Macías Vázquez fue galardonado con el Premio Estatal de Ciencia del Estado de Michoacán, la Dra. Xyoli Pérez Campos fue distinguida con el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, el Dr. Avtandil Goguichaisvili, con la Medalla “Manuel Maldonado Koerdell” de la UGM, el Dr. Claus Siebe con el premio James F. Luhr y el Ing. Gilberto Casillas Pérez con el Reconocimiento a la mejor tesis doctoral de la UGM; cabe señalar que este último realizó sus estudios doctorales bajo el Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico (PASPA) de la UNAM, de esta manera también se apoyó al fortalecimiento de la plantilla académica del IGf.



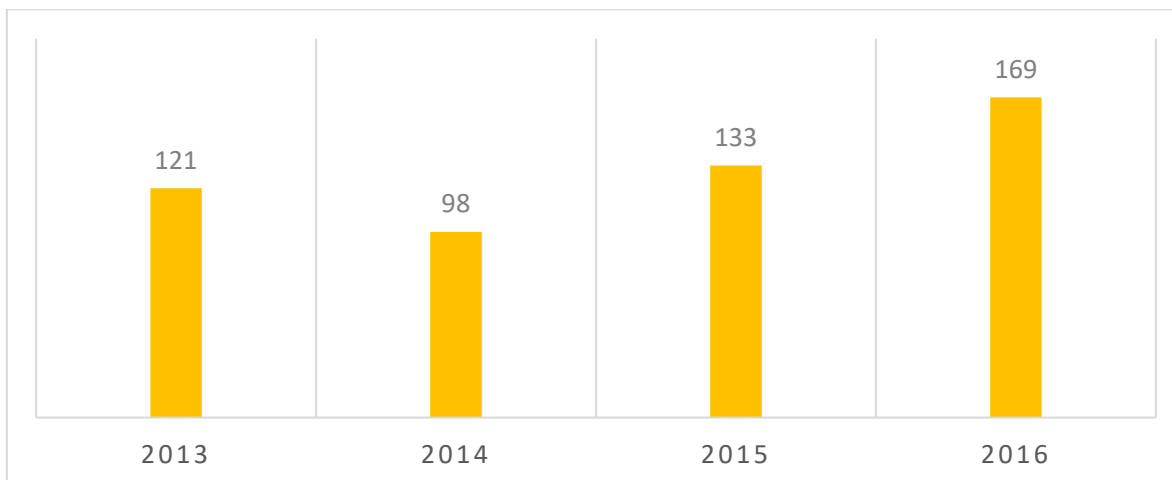
La tabla 3 muestra una relación de académicos galardonados a lo largo del periodo 2013-2017.

Tabla 3. Relación de Académicos galardonados en el período 2013-2016

| <b>2013</b>                                                  |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi                                 | Admisión como Miembro del Colegio Nacional                                                                            |
| Dr. Servando de la Cruz Reyna                                | Miembro Honorario de la IAVCEI                                                                                        |
| Dres. Jaime Urrutia, S.K. Singh, J.L. Macías y M.A. Armienta | Reconocidos en la lista de los 10 Académicos de carrera más citados en el área de Ciencias de la Tierra por la DGAPA. |
| Dra. Ofelia Morton Bermea                                    | Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, UNAM                                                                        |
| <b>2014</b>                                                  |                                                                                                                       |
| Dra. Ana María Soler Arechalde                               | Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, UNAM                                                                        |
| Dr. René Chávez Segura y Ángel Ramírez Luna                  | Reconocimiento del AAPAUNAM                                                                                           |
| Dres. S.K. Singh, J. Urrutia, J.L. Macías y M.A. Armienta    | Reconocidos en la lista de los 10 Académicos de carrera más citados en el área de Ciencias de la Tierra por la DGAPA. |
| Ing. Raymundo Omar Plata Martínez (estudiante)               | 2014 Outstanding Student Paper Award Winner                                                                           |
| <b>2015</b>                                                  |                                                                                                                       |
| Dra. Ligia Pérez Cruz                                        | Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, UNAM                                                                        |
| <b>2016</b>                                                  |                                                                                                                       |
| Dr. José Luis Macías Vázquez                                 | Premio Estatal de Ciencia del Estado de Michoacán                                                                     |
| Dra. Xyoli Pérez Campos                                      | Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, UNAM                                                                        |
| Dr. Avtandyl Goguichaisvili                                  | Medalla “Manuel Maldonado Koerdell                                                                                    |
| Dr. Claus Siebe Grabach                                      | James F. Luhr de la IAVCEI                                                                                            |
| Dr. Héctor Pérez de Tejada                                   | Homenaje por 50 años en la UNAM                                                                                       |
| Dr. Ismael Herrera Revilla                                   | Homenaje: 70 años de vida académica en la UNAM                                                                        |

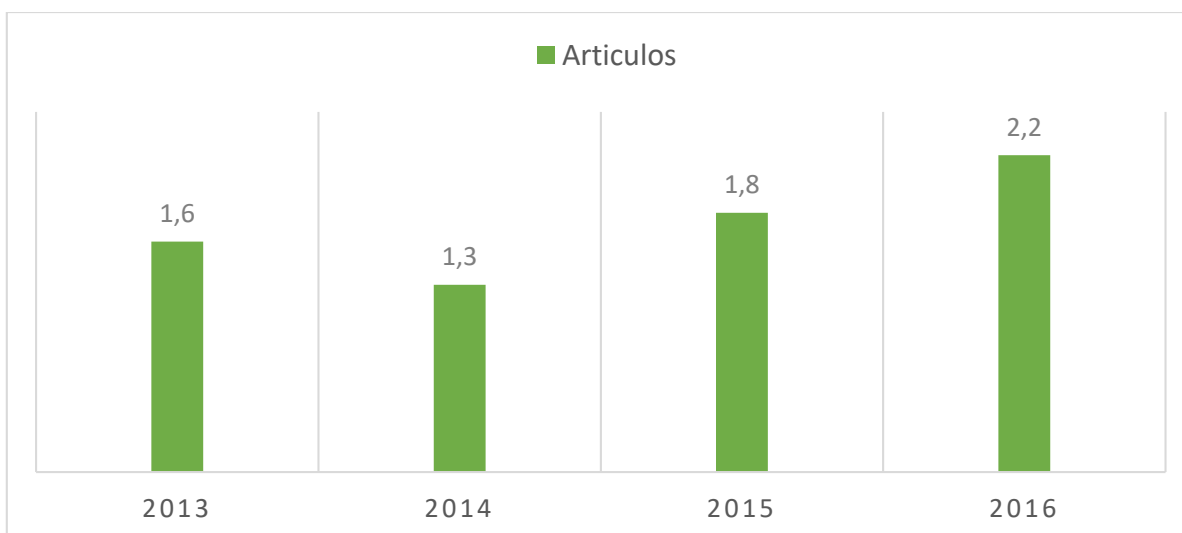
### Publicaciones en revistas del SCI.

En el 2016 se publicaron 169 artículos de los cuales 156 corresponden a revistas indizadas en el SCI. La figura 11 muestra la evolución de las publicaciones desde el 2013.



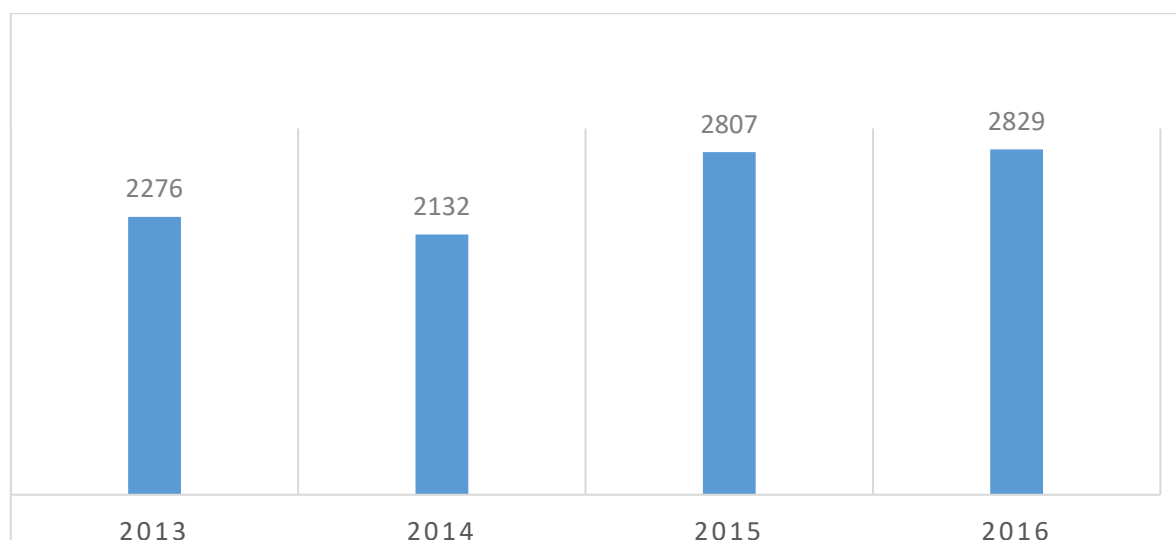
*Figura 11. Evolución de las publicaciones desde el 2013*

La tasa normalizada de publicaciones por investigador por año es para el 2016 de 2.2. En la figura 12 se muestra la evolución de esta tasa desde el 2013.



*Figura 12. Evolución de la tasa de productividad de artículos del SCI (fuente Scopus y WOS)*

En el 2016 se citaron las publicaciones del IGf en 2829 veces. La figura 13 muestra el comportamiento de citas desde el 2013.



*Figura 13. Comportamiento de citas por año e Índice-H (total) del Instituto de Geofísica*

## Formación de recursos humanos

El Instituto de Geofísica es una de las entidades participantes de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias. Una parte importante de sus académicos dan regularmente clases en esta licenciatura y en las licenciaturas de la División de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería (especialmente en Geofísica). El IGf es también participante de la Licenciatura en Geociencias de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia. El Instituto es una *entidad académica participante* en los Posgrados en “Ciencias de la Tierra” y en “Ciencias del Mar”, así como en la especialización en Cómputo de Alto Rendimiento del Posgrado en Ciencias de la Computación.

## Tesis de grado

El número de tesis de grado dirigidas por personal del IGf que concluyeron en 2016 es de 9 de licenciatura, 23 de maestría y 5 de doctorado. La figura 14 muestra los datos de las tesis dirigidas desde el 2013.

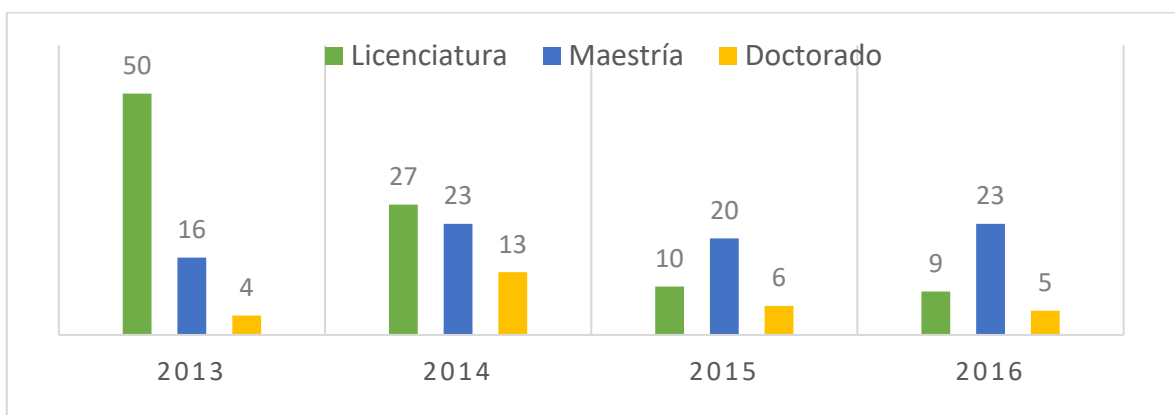


Figura 14. Tesis de grado dirigidas por académicos del IGf

## Becas

El Instituto otorgó un total de 97 becas a lo largo del 2016; 73 de estas becas provinieron de presupuesto institucional, mientras que 24 los recursos provinieron de ingresos extraordinarios. La tabla 4 muestra un resumen del tipo de becas otorgadas.

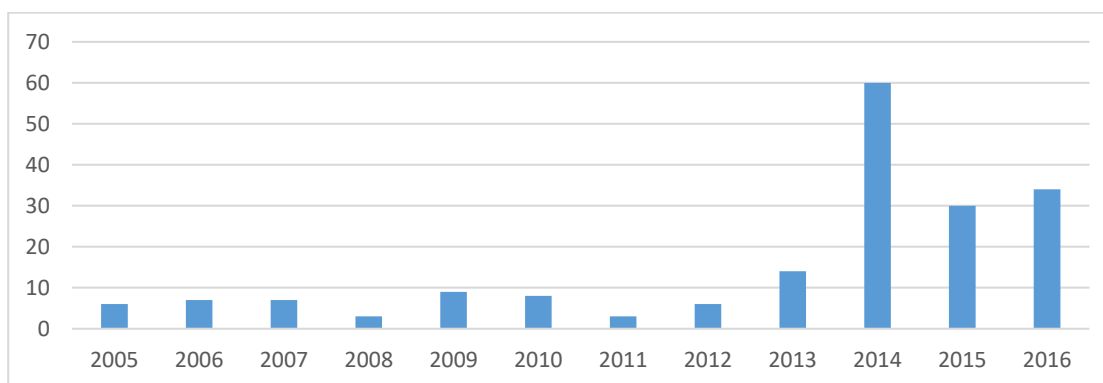
Tabla 4. Becas otorgadas por el IGf

| Número | Tipo                                                                                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24     | Becarios con cargo a proyectos externos                                                                   |
| 16     | Becarios del Programa de becas del IGEF para elaboración de Tesis                                         |
| 47     | Becarios del Programa de becas del IGEF<br>(45 estudiantes de Servicio Social y 2 de estancia académica). |
| 10     | Becarios "SSN-Museo" (cargo a IGEF)                                                                       |

## Gestión y Vinculación

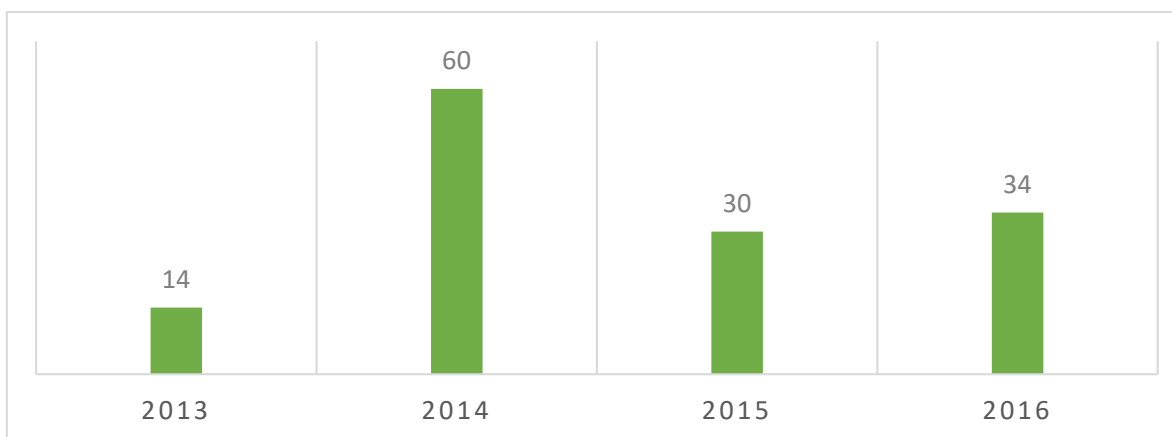
En el período 2013-2017 se llevó a cabo una intensa labor de gestión y vinculación. La Unidad de Vinculación fue fortalecida por personal de apoyo (asistente) y legal.

La figura 15 muestra la cantidad de convenios académicos gestionados desde el 2005.

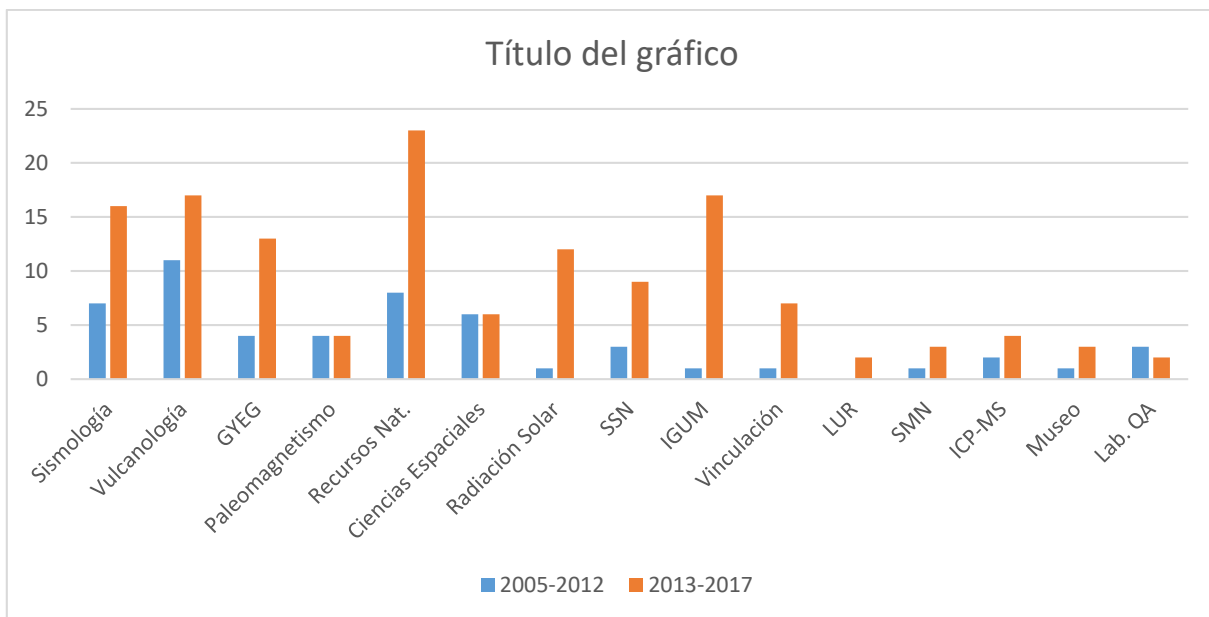


*Figura 15. Convenios académicos gestionados en el Instituto de Geofísica (excepto Conacyt y PAPIIT)*

La figura 16 muestra la distribución de proyectos de acuerdo al sector involucrado y la figura 17 la distribución por área de investigación.

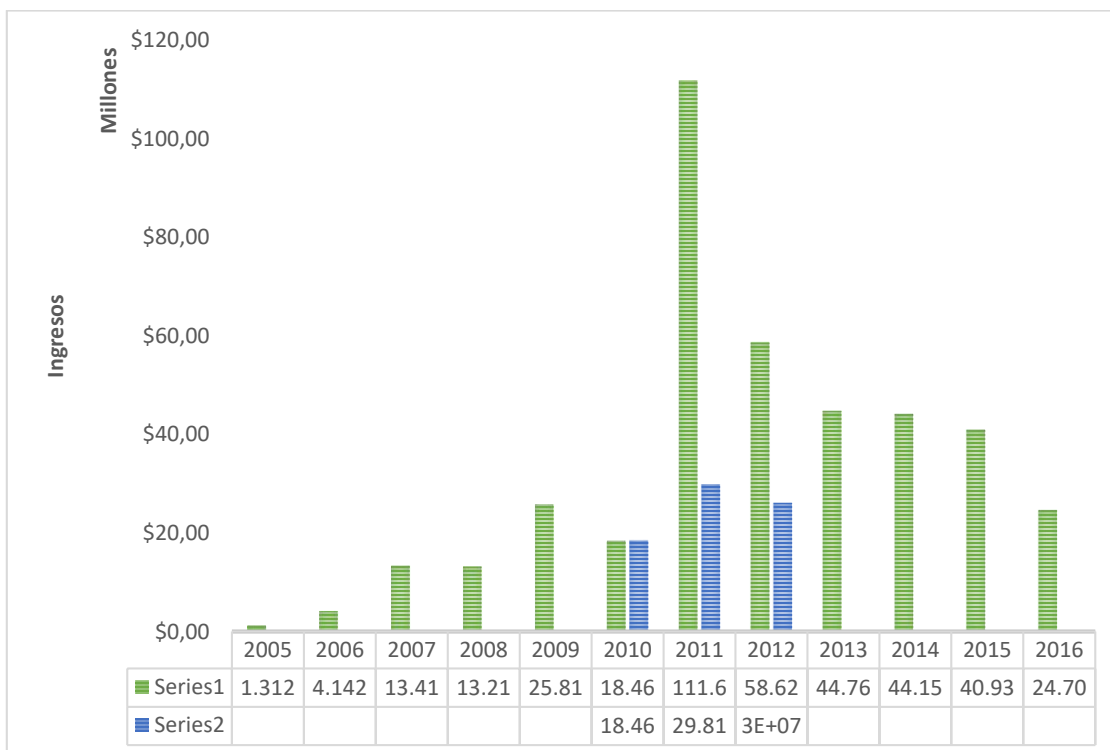


*Figura 16. Convenios académicos por sector de intervención*



*Figura 17. Convenios por área de investigación.*

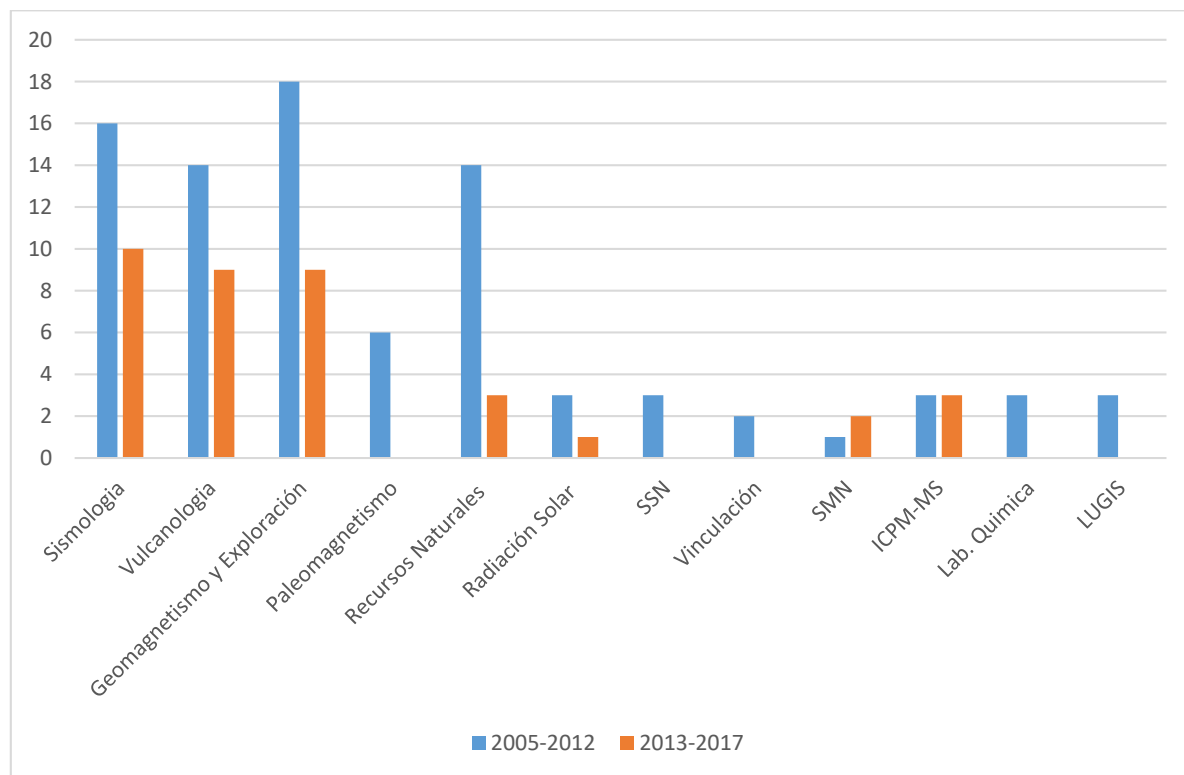
La figura 18 muestra la cantidad de ingresos extraordinarios gestionados en el Igf.



*Figura 18. Ingresos extraordinarios gestionados en el Instituto de Geofísica*



En la figura 19 se muestran el número de proyectos gestionados por Unidad o Servicio. En la Unidad de Vinculación también se han gestionado 11 contratos de comodato para regularizar la situación de diversas estaciones y/u observatorios (2014:5; 2015:4; 2016:2).



*Figura 19. Ingresos extraordinarios por área de investigación.*

## Seguimiento a los programas específicos del Plan de Desarrollo

El Plan de Desarrollo consistió de 9 proyectos específicos.

### 1.- Proyecto de Intensificación de la Vida Académica.

En el plan de desarrollo se plantearon 3 actividades específicas:

*a) Café Científico*

Esta actividad se llevó de manera regular por casi 3 años con una asistencia variable. Se observó que había temporadas que asistían menos académicos y temporadas que asistían más. La asistencia y la permanencia de las personas fue disminuyendo y se decidió posponer la actividad hasta nuevo aviso, tratando de encontrar medidas de potenciación.

*b) Seminarios de Geofísica*

Este seminario se llevó a cabo por 3.5 años. Uno de los problemas sustanciales fue la manera en cómo se escogieron a los ponentes. Parece muy recomendable continuar, siempre y cuando se encuentre un sistema adecuado para armar listas con los mejores ponentes posibles.

*c) Presentaciones anuales de los Departamentos*

Se llevó a cabo en 2 ocasiones consecutivas. Fue una actividad concurrida en la que logramos que los académicos conocieran mejor a otros departamentos. La actividad fue sustituida, en el último año, 2017, por las llamadas Jornadas hacia el Futuro del Instituto de Geofísica. Esta fue una actividad con mucha asistencia y participación. Parece conveniente combinar ambos formatos en el futuro.

El crecimiento en la productividad total y promedio por investigador ha sido muy notable; sin embargo, es muy difícil atribuir directamente a alguna de estas actividades el crecimiento positivo. Lo más que se puede decir es que probablemente estas actividades potenciaron la colaboración y la comunicación entre los académicos.

De acuerdo a las actividades realizadas se tiene un grado de satisfacción medio-alto de esta actividad.

## **2.- Fortalecimiento de los Servicios Geofísicos**

Los Servicios Geofísicos son un valor esencial del Instituto de Geofísica. La vocación de los Instituto por los Servicios Geofísicos se remonta a su mismo origen. En 1949, cuando el IGF empezó a operar, le fue encargado el Servicio Sismológico Nacional, servicio creado en 1910 y encargado a la UNAM en 1929. Por otro lado, el Servicio Magnético se remonta a los observaciones y observatorios magnéticos de

principios de siglo XX. El Servicio Mareográfico Nacional es parte también del Instituto de Geofísica y es la entidad oficial para medir con precisión los niveles del mar y sus perturbaciones. Cada uno de los servicios geofísicos ha sido, a lo largo del tiempo, potenciado por la notable evolución de la instrumentación electrónica.

En el plan de desarrollo se plantearon las siguientes acciones específicas:

*a) Creación de la Coordinación de Servicios Geofísicos*

La Coordinación fue creada y sesionó de manera regular durante gran parte del periodo. La Coordinación ha sido muy importante para intercambiar información entre los servicios y para emprender nuevos proyectos como el LAGEOS (Laboratorio de Geodesia Satelital).

*b) Modernización del Servicio Sismológico Nacional*

En este punto se tenía contemplado una remodelación de los mismos espacios del SSN. Además, de un espacio para un *showroom*.

A través de un gran esfuerzo de gestión se logró la aprobación y ejecución del proyecto del nuevo Centro de Monitoreo del SSN.

Este Centro de Monitoreo es un edificio completamente nuevo con extraordinarias capacidades de respaldo de energía eléctrica e informático. El nuevo Centro de Monitoreo también tiene adecuada capacidad de recibir a los medios de comunicación y a grupos de visitantes.

*c) Creación de Centros Espejo*

Se presentó, ante autoridades del más alto nivel (Secretario de Gobernación), el proyecto de la Red Sísmica fase III, que entre otras cosas contempla el equipamiento de un centro completo alterno de monitoreo y un centro mínimo de monitoreo. Este proyecto ha sido finalmente aprobado en 2017 y se podrá empezar a llevar a cabo durante el presente año.

*d) Modernización del Servicio Mareográfico Nacional*

En el espacio dejado por el SSN se llevó a cabo una obra para las nuevas instalaciones del Servicio Mareográfico Nacional. Las capacidades de espacio fueron incrementadas y los espacios ahora son más apropiados.

*e) Conversión de la estación magnética de Coeneo en estación de referencia*

Se ha hecho un esfuerzo importante en la gestión de adquisición del terreno de Coeneo, Michoacán, ya que éste se encuentra bajo comodato que se vence en 2018. En este momento se ha avanzado, sustancialmente, en los trámites y se espera que se firme la compra-venta en breve. De manera paralela se ha continuado con la adecuación del sitio para la instalación de la estación magnética. Aún falta un largo trecho para que ésta se convierta en estación de referencia. Paralelamente se llevaron a cabo las obras para la remodelación de los espacios del Servicio Magnético en el edificio principal y estas se concluyeron en el mes de febrero del presente año.

*f) Participación en la creación del Servicio Vulcanológico Nacional*

Este proyecto se encuentra detenido en el CENAPRED. Sin embargo, el IGf ha participado de manera determinante en la estimación de peligros y riesgos para varios volcanes. Se pueden destacar los 3 proyectos estratégicos financiados por el FOPREDEN.

*g) Participación en el Sistema Nacional de Alertas*

El Instituto ha seguido participando, de manera activa, en el Sistema Nacional de Alertas especialmente en el tema de Tsunamis y Terremotos.

Es importante mencionar, que en el período 2013-2017, fue propuesto la creación del Servicio del Clima Espacial (SCIESMEX). Este Servicio es un proyecto multi-financiado por el Conacyt y ha tenido una evolución notable hacia su consolidación.

### 3.- Consolidación de la Unidad Michoacán

En el periodo 2013-2017 se consiguió el equipamiento de la segunda etapa de construcción de la Unidad. Se construyó y equipó la etapa 3a) y está a punto de concluirse la construcción de la 3b). Se avanzó sustancialmente con la compra del terreno de Coeneo que era uno de los pendientes importantes. Se incorporaron 4 nuevos académicos a la Unidad además de que dos técnicos académicos que venían trabajando en la sede principal del Instituto se transfirieron a la Unidad. A través del programa Cátedras Conacyt se incorporaron 8 catedráticos a la Unidad en tres proyectos diferentes. Se llevó a cabo la conversión del laboratorio de Archeomagnetismo al Laboratorio Servicio Archeomagnético Nacional y se creó el Servicio de Clima Espacial. Con recursos del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, se logró el equipamiento de un laboratorio de Geotermia aumentando de manera sustancial las capacidades analíticas de la Unidad. La Unidad Michoacán fue la principal promotora de gestionar una sede del Posgrado en Ciencias de la Tierra en la ENES-Morelia. Esto se logró en el 2016.

### 4.- Modernización paulatina de las áreas de trabajo de la sede principal del IGf

Para el período 2013-2017 fue planteada la remodelación paulatina de las áreas de trabajo de la sede principal del IGf. Como es de suponerse, logísticamente es una tarea compleja ya que el reto es, desde luego, afectar lo mínimo posible las actividades habituales. Con esta premisa y algunas limitaciones económicas fue posible remodelar:

- a) Área administrativa
- b) Servicio Mareográfico Nacional
- c) Servicio Magnético
- d) Unidad de Cómputo
- e) Laboratorios de Geotermia
- f) Baños de planta baja
- g) Departamento de Sismología
- h) Sala de auscultaciones para la Junta de Gobierno.

Es claro que aún faltan un número importante de áreas que remodelar pero se han definido estrategias y un estilo exitosos.

## 5.- Incorporación de jóvenes académicos a la planta del IGf

Ante el panorama que exponía el Programa de Renovación de la planta académica impulsado por la Rectoría y para potenciar las capacidades del Instituto, era indispensable que se siguieran las mejores prácticas para las diferentes contrataciones del personal académico. Con este objetivo fueron revisados y aprobados por el Consejo Interno los procedimientos para contratación de nuevos Investigadores. Estos procedimientos cumplen a su vez con los criterios establecidos por acuerdo en el Consejo Técnico de la Investigación Científica. El procedimiento seguido se puede resumir en 5 pasos:

1) Conformación de la comisión *ad hoc* para cada caso.

La comisión *ad hoc* es aprobada por el Consejo Interno y tiene la siguiente conformación: 1 miembro de la Comisión Dictaminadora, 1 experto externo en el área de contratación, 1 experto interno en el área de contratación, 1 miembro del Consejo Interno y el Director de la Entidad (o en ausencia el Secretario Académico).

2) Publicación en listas de correo y en medios académicos (*e.g.* Gaceta de la Unión Geofísica Mexicana).

3) Exposición de seminarios de los interesados ante público abierto.

4) Priorización del orden de los candidatos por la comisión *ad hoc*.

5) Recomendación de Contratación del Consejo Interno.

Para el caso de los técnicos académicos aún no se han establecido criterios estrictos; sin embargo, para un número importante de contrataciones, se siguió un procedimiento análogo.

En el caso de Cátedras Conacyt se siguió el procedimiento indicado por el mismo Conacyt:

1.- Propuestas de ternas, escogidas del padrón del Conacyt, y priorización por el Consejo Interno.

2.- Determinación del Conacyt de los elegidos.

El número de personas incorporadas al Instituto, ya sea por el SIJAC (Subprograma de incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera), por sustitución de académicos (fallecimiento), plazas nuevas o Cátedras Conacyt asciende a 34. La tabla 5 muestra una relación de los académicos incorporados al Instituto, el origen de la plaza, su nombramiento al momento de la contratación y la Unidad o Servicio a la que pertenecen:

|    | NOMBRE                                  | CATEGORÍA     | FECHA DE INICIO | TIPO DE PLAZA  | UNIDAD ACADÉMICA O SERVICIO           |
|----|-----------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|
| 1  | M. en C. Felipe García Tenorio          | Tec Tit A T C | 01/04/13        | Nueva Creación | Unidad Michoacán                      |
| 2  | M. en C. Augusto Rodríguez Díaz         | Tec ASo C T C | 01/03/14        | SIJCA          | Recursos Naturales                    |
| 3  | Dra. Lilia Arana Salinas                | Tec Tit A T C | 01/04/14        | Sustitución    | Vulcanología                          |
| 4  | Dra. Ana Luz Caccavari Garza            | Tec Tit A T C | 01/08/14        | SIJCA          | Servicio Magnético                    |
| 5  | Dr. Giovanni A. Carabalí Sandoval       | Inv Aso C T C | 01/08/14        | SIJCA          | Radiación Solar                       |
| 6  | Ing. Gerardo F. Arrieta García          | Tec Aso C T C | 01/12/14        | Sustitución    | Geomagnetismo y Exploración           |
| 7  | Dr. Primoz Kajdic                       | Inv Aso C T C | 01/12/14        | SIJCA          | Ciencias Espaciales                   |
| 8  | Dr. Fredy Rubén Cejudo Ruiz             | Tec Tit A T C | 01/01/15        | Nueva Creación | Unidad Michoacán                      |
| 9  | Dr. Miguel Ángel Santoyo García Galiano | Inv Tit A T C | 01/01/15        | Sustitución    | Unidad Michoacán                      |
| 10 | Dr. Marco Calo                          | Inv Aso C T C | 23/01/15        | SIJCA          | Vulcanología                          |
| 11 | M. en C. Daniel A. Pérez Calderón       | Tec Aso C T C | 01/02/15        | Nueva Creación | Geomagnetismo y Exploración           |
| 12 | M. en C. Jorge Real Pérez               | Tec Aso C T C | 01/02/15        | SIJCA          | Sismología                            |
| 13 | Dr. Robin Campion                       | Inv Aso C T C | 01/03/15        | SIJCA          | Vulcanología                          |
| 14 | M. en C. Mario A. Díaz Cruz             | Tec Aso C T C | 01/03/15        | SIJCA          | Vulcanología                          |
| 15 | M. en C. Miguel Ángel Díaz Flores       | Tec Tit A T C | 01/04/15        | Nueva Creación | Geomagnetismo y Exploración Geofísica |
| 16 | M. en C. Iván Contreras Trejo           | Tec Tit A T C | 01/11/15        | Nueva Creación | Recursos Naturales                    |
| 17 | M. en C. Delia Bello Segura             | Tec Aso C T C | 01/02/16        | SIJCA          | Servicio Sismológico Nacional         |
| 18 | Ing. Adriana González López             | Tec Aso C T C | 01/02/16        | Nueva Creación | SSN                                   |
| 19 | M. en C. Moisés G. Contreras Ruiz       | Tec Aso C T C | 16/02/16        | Nueva Creación | SSN                                   |
| 20 | Dr. Iván Morales Arredondo              | Inv Aso C T C | 01/08/16        | Sustitución    | Recursos Naturales                    |



|    |                               |               |          |                |                                                        |
|----|-------------------------------|---------------|----------|----------------|--------------------------------------------------------|
| 21 | Dr. Guillermo Cisneros Máximo | Tec Tit A T C | 01/11/16 | Nueva Creación | Unidad Michoacán                                       |
| 22 | Geog. Héctor Estévez Pérez    | Tec Aso C T C | 01/01/17 | Sustitución    | Sección de Radiación Solar                             |
| 23 | Ing. Luis Salazar Tlaczani    | Tec Aso C T C | 01/01/17 | Nueva Creación | Servicio Magnético / Laboratorio de Geodesia Satelital |
| 24 | Ing. Antonio Mendoza Carvajal | Tec Aso C T C | 01/02/17 | Nueva Creación | Servicio Sismológico Nacional                          |
| 25 | Ing. Daniel González Ávila    | Tec Aso C T C | 01/04/17 | Nueva Creación | SSN                                                    |

|    | NOMBRE                           | CATEGORÍA       | FECHA DE INICIO | UNIDAD ACADÉMICA | PROYECTO                                                                                         |
|----|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26 | Dr. Luis Xavier González Méndez  | Cátedra Conacyt | 01/10/14        | U. Michoacán     | Servicio de Clima Espacial                                                                       |
| 27 | Dr. Víctor de la Luz Rodríguez   | Cátedra Conacyt | 01/10/14        | U. Michoacán     | Servicio de Clima Espacial                                                                       |
| 28 | Dr. Pedro Corona Romero          | Cátedra Conacyt | 01/10/14        | U. Michoacán     | Servicio de Clima Espacial                                                                       |
| 29 | Dr. Julio César Mejía Ambriz     | Cátedra Conacyt | 01/10/14        | U. Michoacán     | Servicio de Clima Espacial                                                                       |
| 30 | Dr. Denis Avellán                | Cátedra Conacyt | 04/11/15        | U. Michoacán     | Grupo de análisis de peligros y riesgos de fenómenos naturales en el estado de Michoacán         |
| 31 | Dra. María Jazmín Chávez Álvarez | Cátedra Conacyt | 04/11/15        | U. Michoacán     | Grupo de análisis de peligros y riesgos de fenómenos naturales en el estado de Michoacán         |
| 32 | Dr. Mathieu Pertou               | Cátedra Conacyt | 04/11/15        | U. Michoacán     | Grupo de análisis de peligros y riesgos de fenómenos naturales en el estado de Michoacán         |
| 33 | Dr. Daniel Pérez Zárate          | Cátedra Conacyt | 20/09/16        | R. Naturales     | Exploración de Recursos Geotérmicos de alta y mediana entalpía                                   |
| 34 | Dra. María Sergeva               | Cátedra Conacyt | 03/11/16        | U. Michoacán     | Estudios de perturbaciones ionosféricas sobre el territorio nacional. Servicio de Clima Espacial |

## 6.- Fortalecimiento de áreas de investigación

### *a) Geodesia Satelital*

En el Instituto de Geofísica se operan redes GPS desde 5 unidades o servicios diferentes (Vulcanología, Sismología, Exploración Geofísica, Servicio Mareográfico Nacional y Servicio Sismológico Nacional). En el seno de la Coordinación de Servicios Geofísicos uno de los temas relevantes fue encontrar los canales de comunicación para lograr un diálogo entre los diferentes actores. El primer esfuerzo consistió en la organización y ejecución del evento académico titulado “Taller de Redes GPS”, donde se presentaron diversos aspectos académicos en los que los datos extraídos de estos equipos son usados. Este evento se llevó a cabo el 19 de mayo del 2015. En una junta posterior al evento se alcanzaron consensos de para compartir infraestructura de cómputo y la importancia de seguir discutiendo y aproximándose a una mejor organización del tema. En la sesión regular del Consejo Interno del Instituto se creó por acuerdo la creación del Laboratorio de Geodesia Satelital (LAGEOS). Este laboratorio se inició reubicando a la Dra. Sara Ivonne Franco Sánchez del SSN al nuevo laboratorio. Estructuralmente el laboratorio quedó dentro del Servicio Magnético. En enero del 2017 se logró la contratación, a través de una plaza nueva, la contratación de un técnico académico para campo (Ing. Luis Salazar Tlaczani) y en febrero de 2017 se concluyeron las obras para su sede.

### *b) Energías alternativas*

Uno de los objetivos del Plan de Desarrollo propuesto fue contribuir, sustancialmente al objetivo de que para el 2024 el 35% de la energía eléctrica en el país deberá provenir de energías “limpias”. En este contexto se planteó hacer énfasis en dos áreas donde el Instituto de Geofísica tiene un claro liderazgo.

#### **1. Geotermia**

Se ha llevado a cabo un esfuerzo institucional importante para fortalecer esta área de investigación. Al menos 3 nuevas contrataciones (1 investigador, 1 cátedra y 1 técnico) fueron hechas con perfiles específicos para fortalecer el tema. Tres laboratorios fueron acondicionados y equipados para fortalecer las capacidades analíticas del Instituto en el Área.

El IGf tiene una notable participación en el proyecto CEMIE-Geo a través de 3 proyectos encabezados por:

- Dra. Ruth Esther Villanueva “Mapas de provincias geotérmicas de México a partir de la geoquímica de fluidos y distribución de acuíferos”.
- Dra. Rosa María Prol “Mapas de gradiente geotérmico y flujo de calor para la República Mexicana”.
- Dr. José Luis Macías “Exploración geotérmica de los complejos volcánicos de Cerritos Colorados, Acapulco y El Aguajito-La Reforma: Estudios de vulcanología, estratigrafía, geoquímica y petrología experimental”.

Adicionalmente participa en dos proyectos transversales más:

- i. Programa de laboratorios transversales
- ii. Formación de Recursos Humanos (Encabezado por Rosa María Prol)

El IGf tiene, también, una notable participación en el proyecto GEMEX a través de 3 sub-proyectos y además en el periodo 2013-2017 ha llevado a cabo al menos 3 proyectos en colaboración con la Comisión Federal de Electricidad en temas de Geotermia.

## 2. Radiación Solar

La Sección de Radiación Solar ha sido fortalecida a través de la reubicación de 1 investigador, la contratación de otro nuevo investigador y la contratación de 1 técnico académico. El IGf participa en el proyecto CEMIE-sol a través de un proyecto de evaluación del recurso solar. La Sección ha fortalecido sus capacidades de monitoreo y evaluación del recurso extendiendo su red de estaciones.

### c) *Campo magnético de la Tierra (Servicio Magnético)*

El Servicio magnético, junto con el área de investigación de “Campo magnético de la Tierra”, ha sido fortalecido a través de la contratación de 2 técnicos académicos nuevos, la reubicación de otro técnico académico y la reubicación de 2 técnicos administrativos.

No se ha podido completar la instalación adecuada del observatorio magnético de Coeneo por lo que tampoco ha sido posible su certificación como estación de referencia.

## 7. Puesta en marcha del museo de Geofísica

Para el 2013, a través de un liderazgo y gestión notable del M. Manuel Mena Jara, la antigua estación central del SSN estaba restaurada y se tenía una extraordinaria colección de instrumentos. Hasta ese momento, la asistencia al recinto (ya como museo) era limitada. Se llevó a cabo un esfuerzo en la corrección de algunos problemas técnicos del edificio y se regularizó la apertura del museo. A finales del 2014 fue nombrada como Directora la Dra. Ana María Soler Arechalde quien emprendió una exitosa campaña de promoción del museo logrando un éxito notable en la asistencia al mismo. La figura 20 muestra la evolución de los asistentes al museo a lo largo del periodo.

Es importante también considerar que el número de personas atendidas en exteriores (e.g. ferias de ciencias) asciende a más de 4,000 solamente para el 2016.



Figura 20. Evolución del número de asistentes por año.

## **8.- Formación de Recursos Humanos**

En el período 2013-2017 hubo una presencia constante del IGf en congresos nacionales e internacionales. Esta presencia se concretó en stands rentados por el IGf y en donde uno de los temas centrales fue la promoción de los Programas de Posgrado en Ciencias de la Tierra (PCT) y Ciencias del Mar y Limnología (PCML). Por otro lado, en el 2015 se concretó la sede del Posgrado en Ciencias de la Tierra en la ENES Morelia lo que fortalece la participación de la comunidad académica del IGf (unidad Morelia) en el PCT. El Instituto de Geofísica participó también en la creación y aprobación de la Especialidad en Cómputo de Alto Rendimiento del Posgrado en Ciencias de la Computación. Si bien se avanzó en algunos indicadores, quedan pendientes algunas tareas como la creación de la red de egresados y definir estrategias conjuntas con los posgrados para la mejora de la eficiencia terminal.

## **9.- Elaboración de protocolo de seguridad de trabajo de campo**

El avance en este programa es modesto. No se concluyó con el protocolo. Sin embargo, se avanzó en la seguridad de los compañeros que asisten al trabajo en campo ya que la gran mayoría de nuestros vehículos cuentan con un sistema de rastreo GPS que permite tener un control de posición y tiempo de estacionamiento de los vehículos.

## Resumen de los avances en el Plan de Desarrollo 2013-2017

La tabla 5 muestra el grado de satisfacción en el avance de la concreción de los programas específicos con respecto de las metas planteadas.

Tabla 5. Grado de Satisfacción en el avance del Plan de Desarrollo



## Logros Destacados:

- En 2015 se construyó, con fondos múltiples, la nueva sede del Servicio Sismológico Nacional.
- El Sismológico aumentó, de manera notable, sus capacidades debido al crecimiento de su red de estaciones sismológicas y geodésicas y el aumento y reorganización de su personal.
- El twitter del SSN alcanzó a más de 3 millones de seguidores, posicionándolo en el lugar 57 de los más seguidos en México. El SSN es la cuenta más seguida no perteneciente a algún político, actor, cantante o personaje de los medios de comunicación.
- La producción académica primaria se elevó de 1.7 a 2.2 publicaciones por investigador por año.
- El museo de Geofísica atendió en 2013 a aproximadamente 280 visitantes y para el 2015 poco más de 3,500. En el 2016 se recibieron casi 3650 visitas. A esto se debería de añadir que el personal del museo, atendió, en espacios fuera del recinto, a más de 4200 visitantes para el 2016.
- Remodelación de espacios
- Construcción de la tercera etapa de la Unidad Michoacán del IGf
- Participación notable o liderazgo de los siguientes proyectos:
  - Proyectos de energías alternativas (CEMIE Geotérmico y Solar y GEMEX)
  - Proyecto de exploración de IODP en el cráter del meteorito del Chicxulub
  - Firma e inicio de ejecución del proyecto SATREPS: proyecto financiado entre JICA, la UNAM y el Conacyt en la brecha sísmica del estado de Guerrero
  - Co-liderazgo de la parte mexicana del proyecto Mexidril
  - Desarrollo de proyectos del FOPREDEN para mitigación del riesgo del Volcán Popocatepetl
  - Participación destacada en el consorcio CIGOM
  - Tomografías eléctricas en Chichen Itzá
  - Concepción, inepción y seguimiento del proyecto Geoparque Comarca Minera
  - Creación del Servicio del Clima Espacial
  - Conversión del Servicio Arqueomagnético Nacional

- Conclusión de proyectos de modelación matemática aplicada a temas de hidrocarburos
- Participación en el proyecto HAWC
- Participación en el Proyecto Pierre Auger
- Firma de convenio de la Ionosonda con la SCT