

Instituto de Geología

Universidad Nacional Autónoma de México

INFORME DE ACTIVIDADES



2017-2018



INTRODUCCIÓN



El presente informe sintetiza tanto los logros y avances del último año (2017-2018), como los proyectos, acciones y resultados alcanzados por la comunidad del Instituto de Geología en el período de cuatro años de la actual administración. También incluye un análisis comparativo histórico con años anteriores.

Los orígenes del Instituto de Geología se remontan a la época del porfiriato, en 1886 se crea bajo el nombre de Comisión Geológica Mexicana y se transforma a Instituto Geológico Nacional, por decreto del Congreso de la Unión, en el año 1888. Es a partir de 1929 que pasa a formar parte de la Universidad Nacional Autónoma de México como Instituto de Geología; en ese tiempo el Servicio Sismológico Nacional formaba parte de él.

En los 132 años desde su creación el Instituto de Geología (IGL) ha tenido una evolución y fortalecimiento constantes. Aunque no se ha dado un crecimiento significativo en el número de académicos que lo conforman, su papel en el desarrollo de las Geociencias en la UNAM es evidente a través de su historia, como lo refrendan las siguientes efemérides:

En 1946 cambia su nombre a Instituto de Geología, Geofísica y Geodesia, y tres años después un grupo de sus académicos se organiza para crear el Instituto de Geofísica, al que se incorpora el Servicio Sismológico Nacional de manera definitiva. Ese mismo año recupera el IGL su nombre original.

En 1971 el Instituto de Geología participa en la formación, del *Centro de Docencia e Investigación de Ciencias de la Tierra UNAM-UAZ*, en la ciudad de Zacatecas, en colaboración con la Universidad Autónoma de Zacatecas y el Gobierno del Estado. Aunque posteriormente este centro desaparece como tal, el grupo de académicos

participantes contribuyó de manera fundamental a la consolidación de la oferta académica en Ciencias de la Tierra de la UAZ.

En 1973 un grupo de investigadores se separa del IGL para formar el entonces Centro y actual Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

En 1974 otro grupo de académicos toma la iniciativa de formar la *Estación Regional del Noroeste (ERNO)* del Instituto de Geología en Hermosillo, Sonora, con el objetivo de desarrollar las ciencias geológicas en la región. Este activo grupo participa posteriormente en la creación del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora y en la estructuración de su Licenciatura en Geología. En 1994, se incorpora a la ERNO un grupo de académicos del Instituto de Ecología.

Otras dos iniciativas de crecimiento fuera de la Ciudad de México se dieron, una en el año de 1977, con la creación de la *Estación Regional del Centro en Guanajuato (ERCE)*, y en 1978 la *Estación Regional del Sureste* en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Esta última dejó de operar en 1983.

En 1997 los académicos que conformaban la *Estación Regional del Centro en Guanajuato*, se transfieren de manera definitiva a Juriquilla, Querétaro y, junto con otro grupo de académicos del Instituto de Geofísica, dan origen a la *Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra (UNICIT)*, la cual adquiere independencia de los institutos y se transforma en Centro de Geociencias en el año 2002.

En 2015 se crea en el IGL el Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), con la participación de los institutos de Geofísica y de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, la Universidad de Sonora y el Instituto Tecnológico de Sonora.

En el presente año (2018) una vez más el Instituto de Geología participa, junto con otros institutos, centros y facultades, en iniciativas de creación de nuevas entidades de la UNAM. Tal es el caso de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, aprobada por el Consejo Universitario el 31 de enero, y el proyecto de potencial transformación de la



Estación Regional del Noroeste en un nuevo centro de investigaciones multidisciplinarias sobre zonas áridas.

A 89 años de ser parte de la UNAM, el Instituto de Geología es un referente nacional e internacional, cuenta con laboratorios y equipos analíticos modernos, con una comunidad productiva y comprometida con la sociedad, y con una participación destacada en docencia y divulgación.

MISIÓN

Avanzar en el conocimiento de La Tierra, sus procesos y recursos, para el beneficio de la humanidad y el cuidado del medio ambiente. Realizar investigación científica de frontera en los distintos campos de las Ciencias Geológicas, y contribuir con investigación orientada a la solución de problemas nacionales. Formar posgraduados de alta calidad, con capacidades para desarrollarse en el sector industrial, gubernamental, en la investigación y docencia. Contribuir con facultades y escuelas para formar profesionistas a nivel licenciatura, y promover en la sociedad una cultura básica en Ciencias de la Tierra.

VISIÓN

Mantener una posición de liderazgo nacional e internacional en investigación y docencia de frontera en Ciencias de la Tierra, mantener el desarrollo de instrumentación y técnicas analíticas con tecnología de punta en los distintos ámbitos de las Ciencias Geológicas, y generar proyectos de gran envergadura que pongan a nuestros laboratorios y capacidades de servicios dentro del marco competitivo internacional, en beneficio del desarrollo científico y tecnológico del país.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PROBLEMAS NACIONALES

En el plan de desarrollo 2014-2018 se plantearon algunos de los temas de la prospectiva nacional e internacional en el ámbito de las ciencias de la Tierra. Muchos de estos representan problemas a escala mundial y nacional y están directamente vinculados al desarrollo económico y social del país. Los temas en los que el personal académico del IGL está involucrado se

agruparon en el plan de desarrollo en tres rubros: recursos naturales y sociedad, sociedad y medio ambiente y temas científicos de frontera, que son: agua, hidrocarburos, origen de los yacimientos minerales e impacto ambiental de la minería, paleoclimatología y cambio climático, suelos, contaminación ambiental, peligros geológicos, y los temas que estudian los procesos que moldean el planeta, entre ellos están los procesos tectónicos, de la zona crítica y geomorfológicos, volcánicos, de fluidos corticales, y el origen y evolución de la vida sobre la Tierra. De la identificación de los temas que representa problemas nacionales se derivó la discusión al interior de la comunidad académica sobre las líneas de investigación del Instituto de Geología, estas a su vez fueron la base para el plan de contrataciones de nuevos académicos para el período 2014-2018. Se presenta la lista las 39 líneas de investigación, con base en el grado de avance en su consolidación logrado en los 4 años:

Líneas tradicionales del IGL (con años de consolidación)

1. Evolución Tectónica de México
2. Procesos Magmáticos
3. Procesos Metamórficos
4. Deformación de los Materiales Terrestres
5. Geoquímica Ambiental
6. Procesos Pedogenéticos del Presente y Pasado
7. Volcanismo: Productos y Procesos Superficiales
8. Geoquímica Multielemental e Isotópica
9. Geocronología y Termocronología
10. Caracterización del Registro Fósil de México
11. Taxonomía

Líneas consolidadas durante los últimos 4 años

12. Procesos Sedimentarios y Diagenéticos
13. Geobiología y Microcosmos Edáficos
14. Impacto de las Actividades Humanas Sobre los Sistemas Edáficos: Procesos y Desarrollo de Estrategias Metodológicas para su Monitoreo
15. Geoarqueología
16. Geo-Ecología Urbana y Suelos Urbanos
17. Paleoclimatología y Cambio climático
18. Hidrogeología y Ciclo del Agua
19. Evolución del Paisaje y Modelación de Sistemas del Cuaternario
20. Gestión Integral de Riesgos Naturales
21. Yacimientos Minerales



22. Bioestratigrafía

Líneas de reciente creación o en proceso de consolidación

- 23. Ciclos del Carbono y del Nitrógeno
- 24. Geogenómica
- 25. Astrobiología
- 26. Ciclos Biogeoquímicos
- 27. Geología Forense
- 28. Geofluidos
- 29. Mineralogía
- 30. Astrogeología
- 31. Geología y Geoquímica de Hidrocarburos

Líneas identificadas para su desarrollo a corto plazo

- 32. Geoarchivos Ambientales
- 33. Biodegradación y Corrosión
- 34. Emisión de Gases con Efecto Invernadero: Procesos de Interacción Suelo Atmosfera
- 35. Procesos de Transporte en Medios Porosos
- 36. Tafonomía
- 37. Sistemática Filogenética
- 38. Paleobiología
- 39. Modelado de Sistemas Terrestres



PLAN DE DESARROLLO 2014-2018



Al inicio de la gestión se propusieron en el plan de desarrollo 7 programas y 27 proyectos que se enlistan a continuación:

1. Programa de Consolidación de la Planta Académica.

Proyecto 1.1. Promoción y desarrollo del Personal Académico.

Proyecto 1.2. Plan estratégico de crecimiento y apoyo al programa de renovación de la Planta Académica.

Proyecto 1.3. Revisión de los criterios de evaluación del Personal Académico.

Proyecto 1.4. Fortalecimiento del Programa de Posdoctorados y de Académicos Visitantes.

2. Programa de reestructuración de la organización del IGL.

Proyecto 2.1. Revisión de la Organización del IGL.

Proyecto 2.2. Actualización del Reglamento Interno.

Proyecto 2.3. Generación de un plan estratégico de desarrollo a mediano y largo plazo.

Proyecto 2.4. Revisión de otros documentos normativos.

3. Programa de fortalecimiento de la investigación

Proyecto 3.1. Fomento a la producción primaria de calidad.

Proyecto 3.2. Conformación de Proyectos Nacionales.

Proyecto 3.3. Apoyo a la actividad editorial.

Proyecto 3.4. Desarrollo de bancos de datos, acervos físicos y digitales.

Proyecto 3.5. Generación de estrategias de desarrollo con otras entidades del área de Ciencias de la Tierra.

Proyecto 3.6. Gestión para el uso eficiente y compartido de infraestructura.

Proyecto 3.7. Creación y consolidación del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía.

Proyecto 3.8. Proyecto de crecimiento y consolidación de la Estación Regional del Noroeste.

4. Programa de apoyo a la actividad docente

Proyecto 4.1. Gestión para la consolidación de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra.

Proyecto 4.2. Reestructuración de espacios para la docencia.

Proyecto 4.3. Consolidación de los posgrados.

Proyecto 4.4. Creación del área de educación continua y a distancia.

5. Programa de consolidación de la actividad de divulgación.

Proyecto 5.1. Consolidación del Área de Comunicación del IGL.

Proyecto 5.2. Desarrollo del Terramóvil.

Proyecto 5.3. Museo de Geología.

Proyecto 5.4. Museo de Sitio Mixteco Tlayúa.

6. Programa de consolidación del Área de Vinculación.

Proyecto 6.1. Vinculación con el Sector Público y Privado.

Proyecto 6.2. Vinculación Académica Nacional e Internacional.

7. Gestión y administración

Proyecto 7.1. Simplificación y mejoramiento de la estructura Administrativa del IGL

Con base en los siete programas propuestos, se reportan los avances obtenidos tanto en el año 2017-2018 como una síntesis de los logros alcanzados en los cuatro años de gestión.

1. CONSOLIDACIÓN DE LA PLANTA ACADÉMICA

Aunque la plantilla académica del IGL no ha variado considerablemente desde el año 2002, en el cual se separa un número importante de académicos(as) para conformar el Centro de Geociencias (CGEO) ubicado en el Campus Juriquilla, Querétaro (figura 1), es notable el incremento en la productividad del instituto, alcanzando máximos históricos en la mayoría de los rubros en el último año.

A la fecha de elaboración del presente informe (mayo 2018) el Instituto de Geología está conformado por 61 Investigadores(as), 48 Técnicos(as) Académicos(as), 3 contratos en proceso, 4 Académicos bajo el programa de Cátedras CONACyT, 11 Posdoctorantes, 14 Personal de Confianza, y 96 Personal de Base.

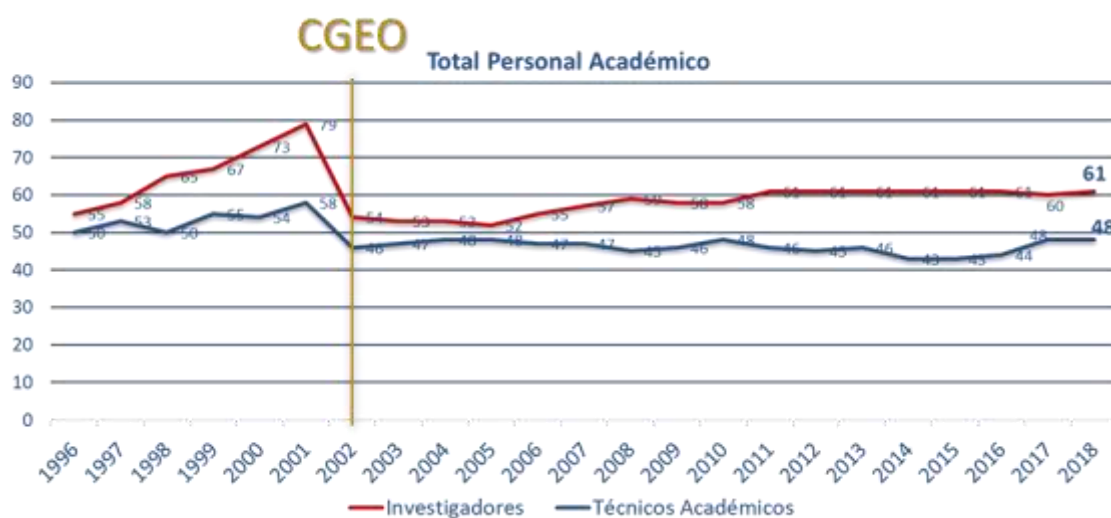


Figura 1. Evolución de la población académica del IGL de 1996 a 2018.

En el periodo se apoyó al personal académico con 19 Concursos de Oposición Abiertos, 31 promociones y 10 definitividades. Además, se les brindó la asesoría a 6 investigadores en el proceso de su ingreso al programa de retiro voluntario en el periodo de los 4 años.

Es de destacar en estos cuatro años, la renovación del 34.9% de la plantilla académica, ya que en total 16 Investigadores(as) y 11 Técnicos(as) Académicos(as) de nuevo ingreso se incorporaron al Instituto de Geología entre junio de 2014 y mayo de 2018, de estos 19 fueron contratados a través del Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera SIJA, con 15 investigadores(as) y 4 Técnicos(as)

Académicos(as). En promedio se ha mantenido una tasa de cuatro contratos al año en los últimos 8 años (figura2).



Figura 2. Nuevo ingreso anual.

La renovación dio lugar a una disminución considerable de la edad promedio de los Investigadores(as), que pasó de 57.2 años en 2013 a 52.6 en 2018, y con una leve disminución en la edad de los Técnicos(as) Académicos(as) de 53.1 a 51.8 en el mismo periodo (figura 3).

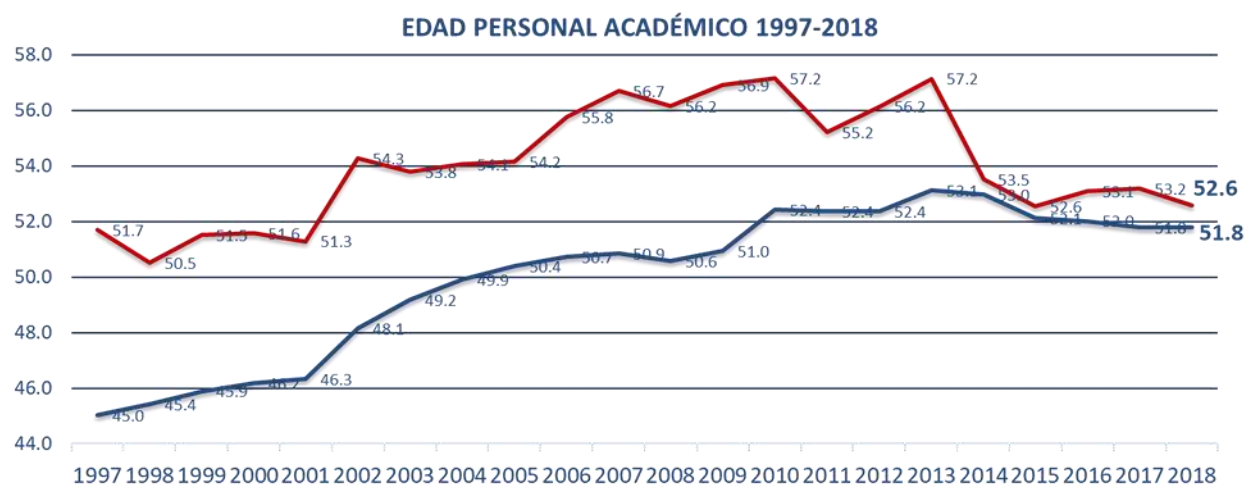
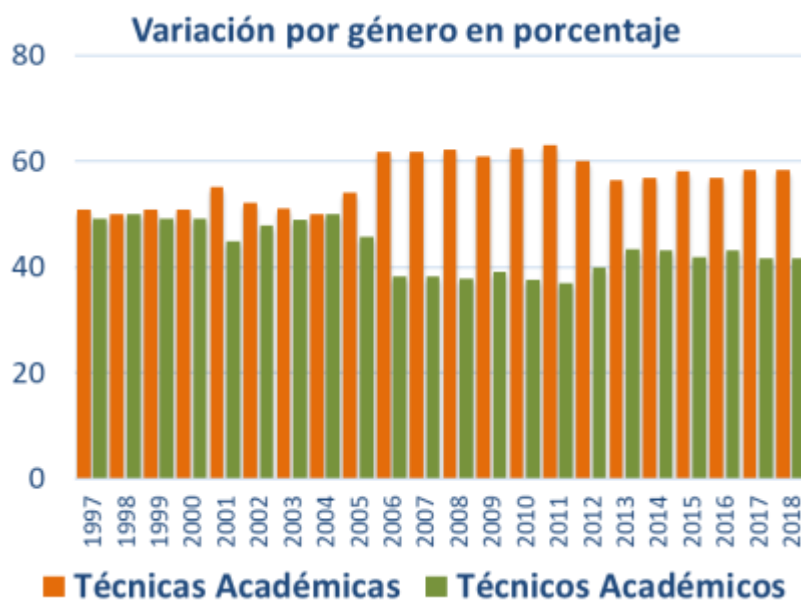


Figura 3. Evolución de la edad promedio de Investigadores(as) (línea roja) y Técnicos(as) Académicos(as) (línea azul) en el periodo de 1997 a 2018.

En cuanto a la proporción por género, el incremento en el número de Investigadoras es constante, en 20 años pasó de 25% a 36% (figura 4a). También el porcentaje de Técnicas Académicas que se incrementó considerablemente, de 50% a 60% en los mismos 20 años (figura 4b).



(a)



(b)

Figura 4. a) Porcentaje de Investigadoras con respecto a Investigadores y b) de Técnicas Académicas en comparación con los Técnicos Académicos.

El ingreso de 4 catedráticas(os) de CONACyT, permitió el fortalecimiento de la planta académica de la Estación Regional del Noroeste (ERNO), en Hermosillo, Sonora, en áreas prioritarias para la región.

Otras acciones encaminadas al desarrollo y fortalecimiento de la planta académica fueron:

El fomento a las estancias en instituciones nacionales y extranjeras, las colaboraciones y participación en grupos y redes nacionales e internacionales que se reflejó en el incremento de proyectos internacionales, publicaciones con colaboraciones y presencia constante de académicos(as) provenientes de otros países.

Se realizaron reuniones de discusión en el consejo interno sobre los criterios de evaluación y asignación anual de recursos para los investigadores. A la fecha del presente informe se cuenta con un nuevo documento con los criterios de evaluación para Investigadores(as) actualizado, pendiente de aprobación. Además, se organizaron reuniones de Técnicos(as) Académicos(as) para redactar una propuesta de criterios de evaluación, la cual aún no ha sido presentada por el colectivo.

Se le dio promoción entre el personal académico a los programas de posdoctorado tanto de la UNAM como del CONACyT y de ingresos extraordinarios y proyectos de investigación, esto permitió que el número de posdoctorantes vigentes se incrementara considerablemente, de un promedio por año de 7.8 en el 2010-2014, a 14.25 en el periodo 2015-2018 (figura 5)

Posdoctorantes activos 1997-2018

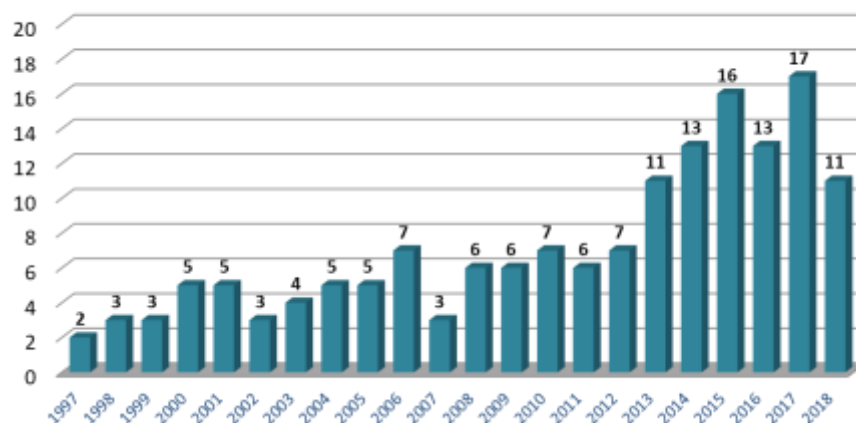


Figura 5. Número de posdoctorantes activos por año (algunos tuvieron estancias entre 2 y 4 años máximo).

El incremento en la productividad del personal académico del IGL se ha visto reflejado en la evolución de los estímulos. En el año 2009 solo el 75% de las/los investigadores pertenecían al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), para el año 2014 el 92% de las/los Investigadores pertenecían al sistema (figura 6). A partir de ese año el porcentaje ha tenido ligeras variaciones, pero se mantiene alrededor del 90%, esto se debe más al ingreso de personal académico joven, que a una disminución en su actividad. Por ejemplo, a partir del 2015, un promedio de 6 de 61 investigadores(as) no pertenecían al sistema, y de ellos(as) en promedio 2 al año han sido investigadores(as) jóvenes de reciente incorporación, que en su momento ingresaron al sistema

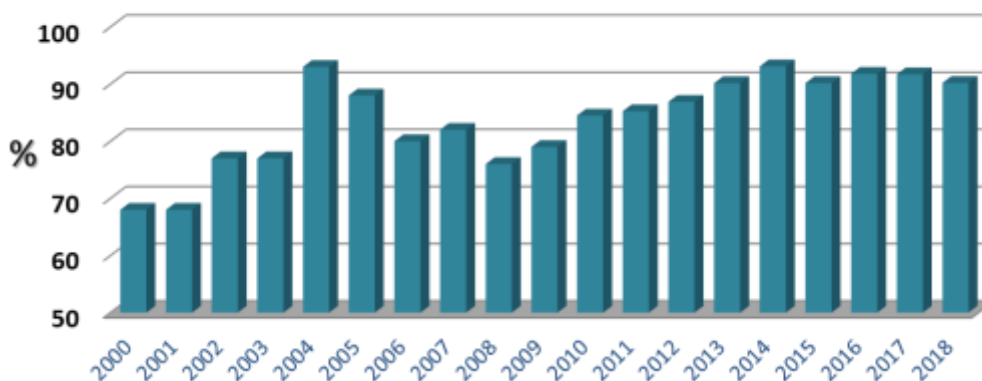


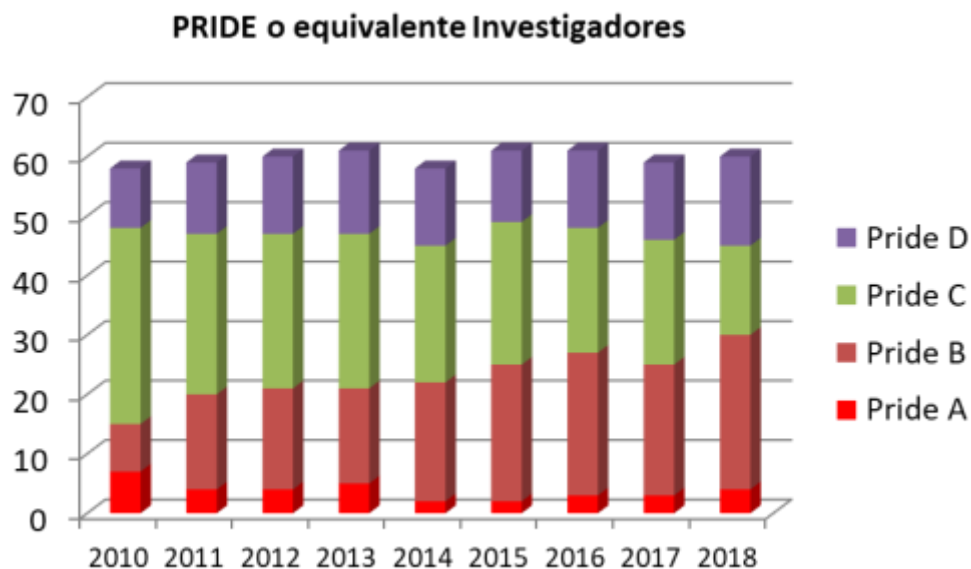
Figura 6. Porcentaje de Investigadores(as) del IGL que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores.

El incremento en la productividad se refleja en el incremento en el número de Investigadores(as) en el Nivel III y el rejuvenecimiento de la planta académica se ve en el aumento de Candidatos y Nivel I (figura 7).

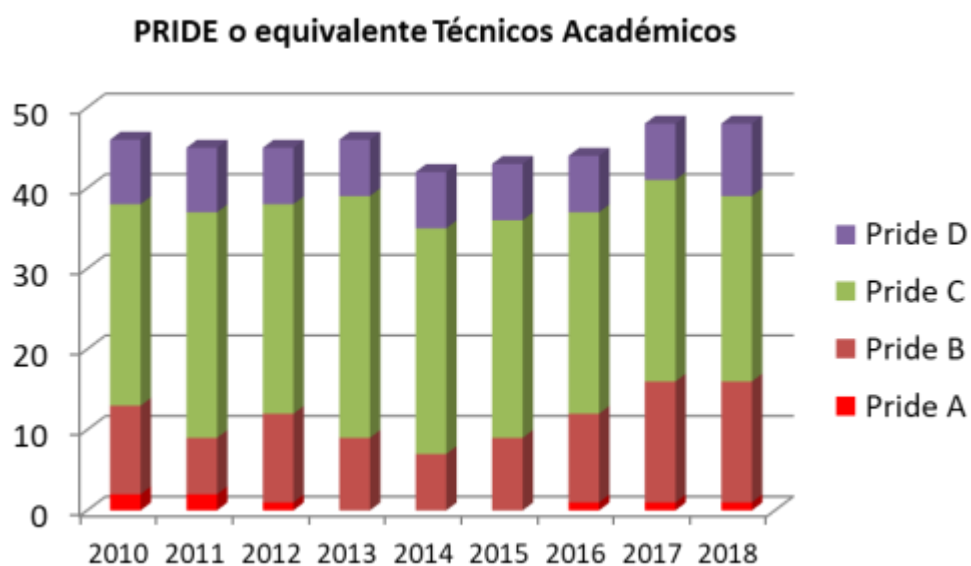


Figura 7. Porcentaje por nivel en el SNI.

El mismo fenómeno se presenta en los últimos años con la evolución de los niveles en el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE) (figura 8), el incremento en el nivel D se relaciona al aumento en la productividad y el mayor número de académicos en el nivel B se debe a la renovación de la planta académica, ya que los jóvenes de nuevo ingreso reciben la equivalencia a nivel B del PRIDE durante sus primeros años de contrato, y no a una disminución del desempeño.



(a)



(b)

Figura 8. Evolución de los niveles de PRIDE en los últimos 8 años, a) las/los Investigadores y b) las/los Técnicos Académicos.

2. REESTRUCTURACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN



Asociado a la evolución y crecimiento de la planta académica, y con la actualización de las líneas de investigación surgió la necesidad de revisar la estructura del Instituto de Geología con la finalidad de modernizarla y hacerla más eficiente. Entre las acciones realizadas en el último año destaca el cambio de nombres de los departamentos del IGL y la redistribución del personal académico. Anteriormente el IGL estaba conformado por los departamentos de Edafología, Geología Regional, Geoquímica y Paleontología. Con base en las reuniones realizadas con el personal académico, se conservó la estructura de 4 departamentos y se actualizaron sus nombres, acorde al quehacer del personal y tomando en cuenta las áreas prioritarias de las geociencias a nivel nacional e internacional, estos son: **Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Departamento de Dinámica Terrestre Superficial, Departamento de Procesos Litosféricos y Departamento de Paleontología.**

Además, en el periodo 2014-2018 se creó y se le dio formalidad académico-administrativa al Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía.

En el periodo de 4 años se generaron nuevos comités y áreas de servicio, con el objetivo de consolidar las actividades científicas, estos son: 1) Área de Planeación y Seguimiento, 2) Área de Comunicación, 3) Comité de Educación Continua, 4) Consejo Asesor del Museo de Geología, 5) la Comisión de Ética, 6) el área de cómputo cambió de nombre a Área de Sistemas y Tecnologías de la Información y 7) se participó en la creación de la Comisión de Equidad de Género de los Geos. Además, se inauguró el Acervo Histórico del Instituto de Geología, y se dotó de personal académico e inició sus funciones de servicio al público.

Una vez reestructurados los departamentos y creadas o reestructuradas las áreas de servicio, se renovó el organigrama (figura 9) y se llevó a cabo la revisión del reglamento interno, éste se actualizó y adecuó a las nuevas necesidades del IGL y fue aprobado en sesión ordinaria de CTIC el 1 de marzo de 2018/Acta 1548.



Figura 9. Organigrama actualizado.

En los últimos 4 años se desarrollaron o revisaron normatividades, lineamientos y otros reglamentos, entre ellos:

1. La creación de los criterios para la aprobación y orden de prelación de solicitudes de becas posdoctorales del IGL, en el marco de la convocatoria de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), UNAM.
2. Se generó la Guía de inducción para el Personal Académico de nuevo ingreso al Instituto de Geología, UNAM.
3. Creación de los procedimientos normalizados de operación recepción, manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos.
4. Se desarrollaron los procedimientos para la generación de nuevos laboratorios o cambio de los ya existentes.
5. Creación del Reglamento del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía.
6. Revisión del Reglamento de Becas del IGL.
7. Creación del Reglamento del Comité Editorial.
8. Generación del reglamento del Comité de Educación Continua.

3. FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



Para incrementar la productividad se requiere de una buena infraestructura física, una buena organización de las áreas de apoyo y servicio, una red consolidada de colaboraciones, y una buena administración de los recursos. Por lo tanto, en la gestión 2014-2018 se llevaron a cabo acciones encaminadas a mejorar las condiciones para el desarrollo de una investigación de calidad, en temas de frontera, y pertinente con las necesidades del país.

Para ello se incentivó al personal académico a incrementar la producción primaria de calidad. Se mejoraron los bancos de datos, acervos físicos y digitales, se fortaleció el área editorial, se participó en la creación de una nueva revista científica, se desarrollaron proyectos conjuntos y colaboraciones con otras entidades de la UNAM del área de Ciencias de la Tierra.

En cuanto a infraestructura, se implementaron medidas para el uso eficiente y compartido de infraestructura y se logró la creación y consolidación del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía.

Otro resultado importante de la gestión, fue el crecimiento y consolidación de la Estación Regional del Noroeste. Además, se organizó el quehacer del Instituto de Geología alrededor de los Proyectos Nacionales.

A continuación, se presentan las metas alcanzadas en los diferentes rubros:

PUBLICACIONES

En los últimos 8 años el IGL ha presentado un desarrollo constante, con un incremento sostenido en la productividad académica, alcanzando en el año 2017 máximos históricos en el número de publicaciones totales y de publicaciones internacionales en revistas indizadas, a pesar de que se ha mantenido una población académica estable y sin un crecimiento significativo.

En 2017 el IGL produjo 201 publicaciones, de ellas 145 fueron artículos indizados, cuando en el 2010 se produjo un total de 134 publicaciones con 114 artículos indizados (figura 10).

En resumen, en el último año se publicaron 145 artículos indizados, 16 artículos no indizados, 8 libros, 32 capítulos de libros, y 9 informes técnicos. Las cifras actuales se traducen en **2.4 artículos por investigador por año**, que representa el máximo histórico (figura 11).



Figura 10. Gráfico que muestra la evolución histórica de las publicaciones totales y de artículos indizados de 1996 a 2017.



Figura 11. Gráfico que muestra el promedio de artículos por investigador(a) por año del periodo 2000 a 2017.

Además de incrementarse el total de las publicaciones indizadas, también se ha dado una distribución más homogénea en el número de artículos indizados por investigador(a), como lo muestra la gráfica de la figura 12. Esta gráfica refleja la producción de artículos indizados, no totales, esto significa que en años anteriores las y los investigadores cumplían con sus compromisos de producción académica, pero publicaban en revistas no indizadas.

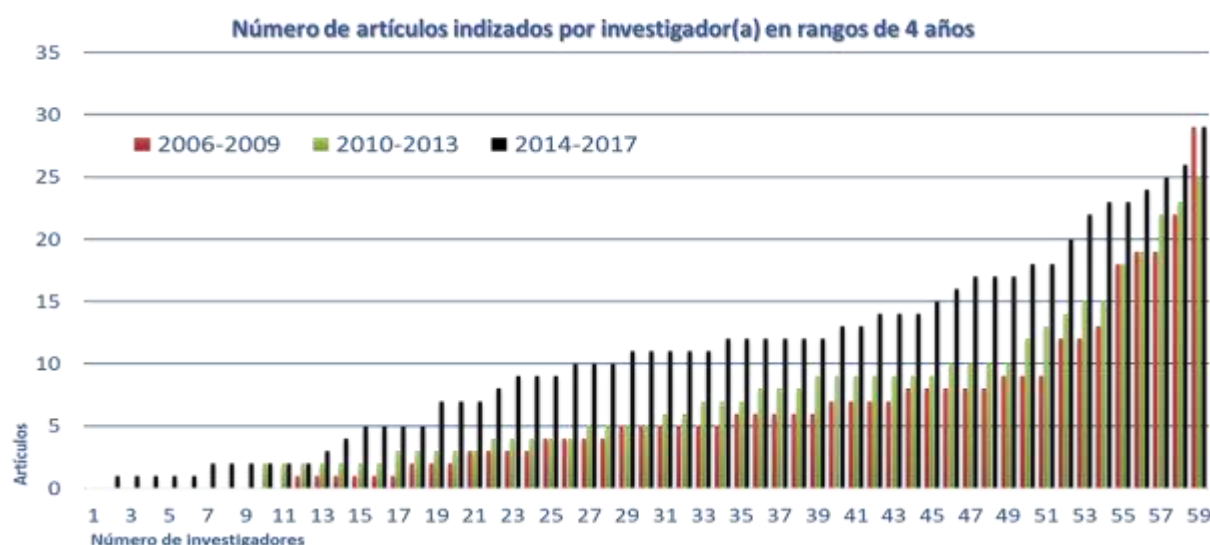


Figura 12. Número de artículos por investigador(a) en periodos de 4 años.

La gráfica muestra el total de artículos publicados por investigador(a) en rangos de cuatro años, la persona con mayor productividad en estos rangos no es la misma.

Para el periodo 2006-2009 no publicaron artículos indizados 11 investigadores(as), para el periodo 2010-2013 fueron 9 investigadores(as) quienes no publicaron artículos indizados, y este número se redujo a solamente 1 investigador en el periodo 2014-2017.

Con menos de 5 artículos indizados en 4 años, de 2006 a 2009 hubo 28 investigadores(as), para el periodo 2010-2013 fueron 24 investigadores(as) y para el periodo 2014-2017 se redujo a 14, cabe destacar que 6 de estos investigadores(as) tenían menos de 3 años de antigüedad al cierre de las estadísticas.

Con una importante productividad, de 10 artículos indizados o más, el incremento fue muy importante: de 2006 a 2009 fueron solamente 8 investigadores(as), para el periodo 2014-2017 se incrementó a 14 investigadores(as), y para los últimos 4 años (2014-2017) fueron 34 investigadores(as).

Investigadores(as) con 20 artículos indizados o más pasó de 2 y 3 en 2006-2009 y 2010-2013 respectivamente, a 8 en 2014-2017.



Al mismo tiempo se ha dado un incremento en otras publicaciones, como libros y capítulos de libros (figura 13).

Figura 13. Otras publicaciones y reportes técnicos.

Además de la cantidad de artículos, también se ha incrementado la publicación en las revistas de mayor factor de impacto para las diversas áreas del conocimiento que se cultivan en el IGL.

LABOR EDITORIAL Y DE DIFUSIÓN

El IGL está a cargo de la edición del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, revista que ha permanecido indizada gracias al trabajo de su editor en jefe, quien recibió un reconocimiento por su labor por parte del CONACyT.

Además, cuenta con publicaciones periódicas propias, que son: el Boletín del Instituto de Geología, Publicaciones Ocasionales y Paleontología Mexicana, resalta la labor del editor en jefe de ésta última que ha derivado en su publicación a tiempo y en un incremento en el impacto de la revista. También el IGL comparte como co-editor con otras entidades GEOS la publicación de la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas y recientemente participó en la creación de la revista electrónica Terra Digitalis, junto con los institutos de Geografía y Geofísica y los centros de Geociencias y de Investigaciones en Geografía Ambiental. En la Estación Regional del Noroeste se publica la revista de divulgación Nuestra Tierra que se distribuye a todo el noroeste del país.

Los académicos del IGL también participan como editores o co-editores de varias revistas internacionales entre ellas el Journal of South America Earth Sciences editado por Elsevier y de libros nacionales e internacionales. Complementan la labor editorial los arbitrajes realizados para muy diversas revistas nacionales e internacionales, algunas con muy alto factor de impacto.

El personal del IGL publicó un total de 25 libros en los últimos 8 años. Destacan en el último año la publicación de los libros: Manejo de la Recarga de Acuíferos un Enfoque para Latinoamérica, Paleoindicadores Lacustres Neotropicales, y Paleobiología-Interpretando procesos de la vida pasada.



En lo que se refiere a la participación en eventos académicos nacionales e internacionales, del 2010 al 2018 el personal del Instituto de Geología organizó o coorganizó:

Organizado o co-organizado:

- 6 congresos, simposios o reuniones internacionales
- 16 congresos, simposios o reuniones nacionales
- 12 simposios, encuentros o seminarios en la UNAM
- 8 sesiones especiales en congresos internacionales
- 21 sesiones especiales en congresos nacionales
- 8 talleres y 4 diplomados nacionales
- 105 seminarios del Instituto de Geología (ponentes nacionales y del extranjero)



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

De enero del 2015 a abril del 2018 fueron sometidos a evaluación del CONACyT un total de 102 proyectos, de los cuales solo el 18% fueron aprobados (19 convenios firmados) y 23 proyectos están pendientes de resolución. Estos números tan bajos de proyectos aprobados impactan seriamente en el quehacer del IGL.

En particular la convocatoria de Ciencia Básica, es la que presenta los menores porcentajes, y además muy dispares, de aprobación (figura 14a). En el 2009 no hubo ningún proyecto aprobado, en el 2011 fue el 85% (6 proyectos) y los otros años entre el 2009 y 2018 ha variado entre 25% y 40%, nunca históricamente, se le han asignado al IGL más de 6 proyectos por año. En el 2013 se solicitaron a CONACyT hasta 25 millones de pesos en el total de los proyectos sometidos a todas sus convocatorias, y le fueron aprobados, como máximo, solo 7 millones (figura 14b). Tomando en cuenta el costo de consumibles, trabajo de campo y equipos especiales, además de la formación de los estudiantes que participan en los proyectos, las cantidades recibidas son insuficientes.

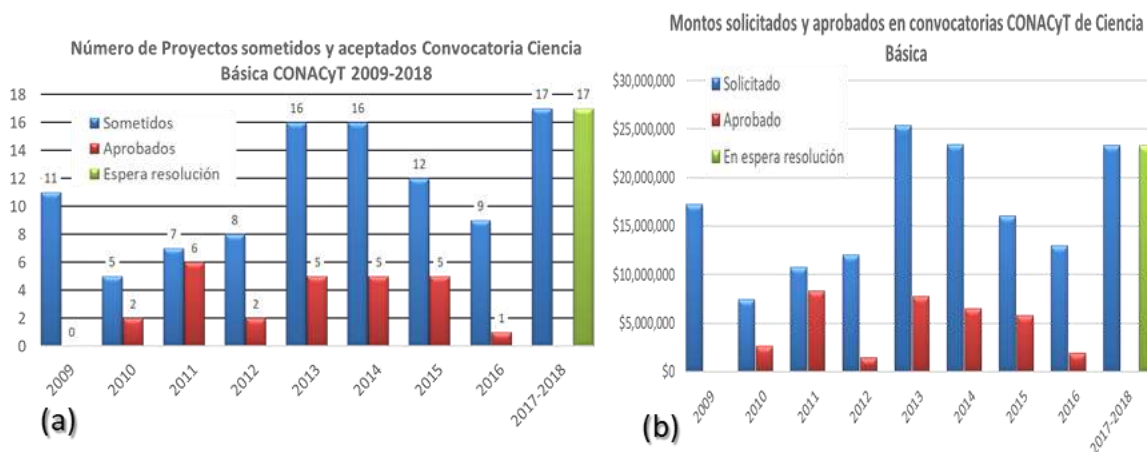


Figura 14. a) Número de proyectos sometidos (azul) a la convocatoria de Ciencias Básica CONACyT, en comparación con el número de proyectos aprobados (rojo); b) Montos totales solicitados por año (azul), en la misma convocatoria y montos recibidos (rojo).

En contraste, es importante destacar el incremento en montos asignados al IGL por CONACyT de las convocatorias de infraestructura y laboratorios nacionales. Además, en el último año se incrementó considerablemente los montos gestionados por el IGL (\$219 millones de pesos), provenientes de dos proyectos sometidos en conjunto por 9 entidades de la UNAM, a la convocatoria SENER-CONACyT que son proyectos institucionales en los que participan varias además otras universidades, incluyendo la Universidad de Alberta y la Universidad Panamericana. Estos proyectos son indicadores de una relación exitosa entre entidades que pudo articularse gracias al Seminario Universitario sobre Investigación en Hidrocarburos (SUIH).



Figura 14. Total, proyectos sometidos a CONACyT y proyectos aprobados.

Es de resaltar y reconocer el esfuerzo que realiza la comunidad académica del IGL cada año, en la búsqueda de recursos para llevar a cabo sus actividades de investigación, ejemplo de ello es el hecho de que en los últimos 3 años el personal sometió a evaluación más de 30 proyectos a las convocatorias pertinentes del CONACyT y solo fueron apoyados entre el 29% y el 11% de estos (figura 14).

En cuanto a recursos obtenidos del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), se presentó un incremento importante, como lo muestra la gráfica de la figura 14, entre el 2009 y 2014. Fueron aprobados en promedio 25 proyectos por año, número que aumentó a un promedio de 35 proyectos en los últimos 3 años, situación que se ve reflejada en los montos asignados al IGL que pasaron de un promedio de \$3-\$5 millones de pesos a \$9-\$11 millones en los últimos 4 años.

En el periodo 2010-2018 el IGL recibió recursos para 250 proyectos del PAPIIT y 6 proyectos del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME)

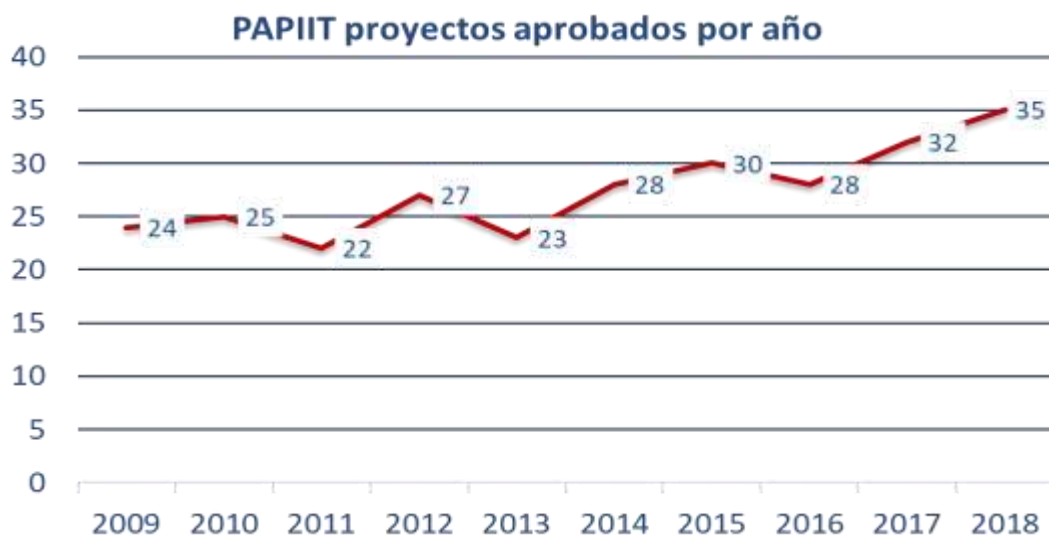


Figura 15. Gráfica que muestra el número de proyectos aprobados por el PAPIIT del 2009 al 2018.

Además, los académicos han recibido recursos de otras convocatorias CONACyT y de otros programas de apoyo nacionales e internacionales como National Geographic, UC-MEXUS CAZMEX y National Science Foundation de Estados Unidos, entre otras.



4. PROGRAMA DE APOYO A LA ACTIVIDAD DOCENTE



El Instituto de Geología es sede del Posgrado en Ciencias de la Tierra y del Posgrado en Ciencias Biológicas, ambos del PNPC, en particular, dentro del último, la maestría en Ciencias Biológicas es de reconocimiento internacional. También participa como co-responsable en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias y su personal académico tuvo una activa participación en la creación de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra.

A título personal, los académicos participan como profesores y tutores en los posgrados de Ciencias del Mar y Limnología, Ciencias de la Sostenibilidad, y de Estudios Mesoamericanos, además de impartir clases y dirigir tesis en las licenciaturas de Ingeniería Geológica, Ingeniería de la Computación, Geografía, Química todas de la UNAM, y en otras instituciones nacionales como en la ESIA Ticomán del Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Sonora y la Universidad Estatal de Sonora.

En el período se dotó al instituto de nuevos espacios e infraestructura para estudiantes, se adquirieron nuevos vehículos para prácticas de campo, y se reforzaron ambos posgrados con la contratación de nuevo personal de apoyo administrativo.

Es importante destacar el incremento en el número de becarios (a más de 100, ver figura 16) y de los recursos destinados a becas por parte del instituto (provenientes de ingresos extraordinarios), los cuales pasaron de alrededor de un millón de pesos al año antes del 2011 a más de dos millones, como se muestra en la figura 17. El programa de becas del IGL incluye: a) Becas para Tesistas de Licenciatura y Posgrado; b) Becas para Estudiantes que participan en Proyectos de Investigación; c) Anfitriones del Museo de Geología y Terramóvil; d) Estudiantes que participan

en el Proyecto de Rescate del Pedregal. De 95 becas que otorgó el IGL en el 2010, aumentó a 143 en el 2018, dando un incremento del 33.6 %

Becas otorgadas por año

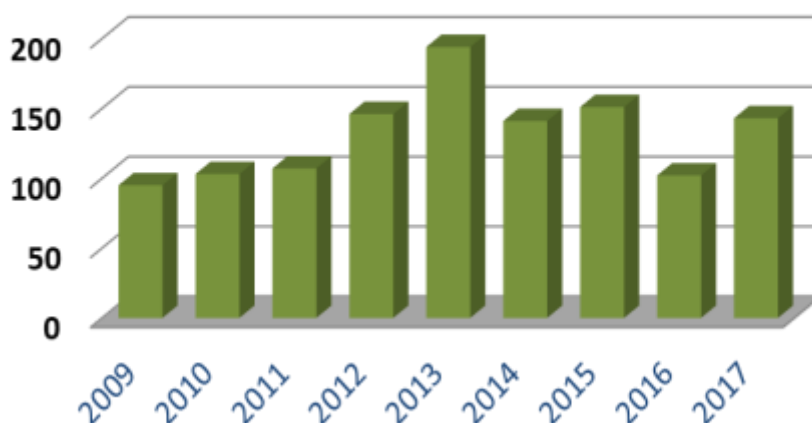


Figura 16. Número de becarios por año (solo presenta los becarios apoyados con recursos del Instituto de Geología)

Total becas por año (ingresos extraordinarios)

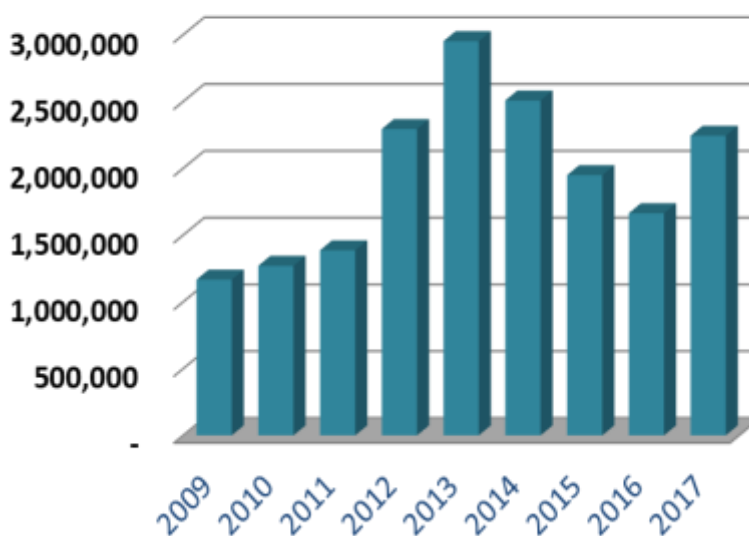


Figura 17. Montos de ingresos extraordinarios asignados al programa de becas del Instituto de Geología por año

En el último año (2017) se presentó el máximo histórico en el número de estudiantes inscritos a los posgrados, el máximo histórico en estudiantes graduados, además del máximo histórico en número de cursos impartidos.

El personal académico impartió 187 cursos y se graduaron 81 alumnos en 2017 cuando se dieron solo 64 cursos y se graduaron 37 alumnos en el año 2010. Con un promedio para el 2018 de 1.4 estudiantes graduados por investigador por año (Figura 18)



Figura 18. Promedio de estudiantes graduados por investigador por año.

De 2010 a 2017 el total de estudiantes titulados por personal del IGL fue: 226 de licenciatura, 134 de maestría, 47 de doctorado y 2 de especialidad.

En cuanto a docencia relacionada con la educación continua, el IGL se sumó a la REDEC, y ofreció el Diplomado en Gemología y el Curso Internacional en Diamantes. Participó como entidad responsable en la creación del Programa de Diplomados para el Sector Hidrocarburos y en la creación de certificados para el Sector Hidrocarburos con la Universidad de Alberta.



5. PROGRAMA DE CONSOLIDACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE DIVULGACIÓN



Del año 2010 al 2018 creció exponencialmente la actividad de divulgación y de extensión del conocimiento y la cultura en el instituto de geología, destacan en este rubro:

- La creación del Área de Comunicación de la Ciencia.
- Actualización de la Página Web
- Mayor visibilidad en los medios (entrevistas, videos, artículos y libros de divulgación).
- Participación en eventos masivos de divulgación.
- Creación de cuenta de Facebook y Twiter del Instituto de Geología.
- Canal en Youtube y serie de programas de Mirador Universitario con la CUAED.
- Creación del TERRAMÓVIL proyecto educativo que visita las escuelas que ha sido muy exitoso.
- Creación del Encuentro con La Tierra (6 encuentros), evento masivo lúdico-educativo en colaboración con la Delegación Cuauhtémoc.

El último año el Encuentro con la Tierra fue muy exitoso (2018), se tuvieron 120 talleres, 700 alumnos voluntarios, y alrededor de 19,000 asistentes, con la participación de 14 entidades más de la UNAM, DGDC, IPN, Sociedades Científicas, Delegación Cuauhtémoc

Para el Museo de Geología del Instituto de Geología UNAM, en los últimos ocho años se continuaron las obras de restauración por parte de la Dirección General de Patrimonio Universitario, cuyo trabajo titánico se ve reflejado en la conservación y mejoramiento de este bello recinto histórico y que el IGL estará siempre agradecido por su apoyo. Como complemento a las obras de la DGPU, el Instituto de Geología llevo a cabo la construcción de instalaciones

dignas para los trabajadores de base (baños y comedor), la remodelación de baños públicos, la adecuación espacios para diplomado en Gemología y construcción de baños para el personal académico gracias al presupuesto asignado y a ingresos extraordinarios.

En el 2013 se celebró la reapertura de la Sala del Sistema Tierra, con el apoyo del Museo Universum, y en 2017 la actualización de la Sala del Sistema Tierra y de la Sala de Rocas.

Como consecuencia de estas acciones se ha dado un incremento importante en el número de actividades y visitantes del Museo de Geología.

Como se mencionó anteriormente, en el año 2016 celebramos el 110 aniversario del museo con la inauguración del Acervo Histórico del Instituto de Geología, localizado en el museo.

Evento de Divulgación "Encuentro con la Tierra" 2015 - 2018							
	Carpas	Talleres	Ponencias	Estudiantes voluntarios	Actividades Escénicas	Público impactado	Años
1° Encuentro con la Tierra	10	20	6	100	8	5,000	2013
2° Encuentro con la Tierra	20	35	4	200	12	8,000	2014
3° Encuentro con la Tierra	29	40	5	300	11	18,000	2015
4° Encuentro con la Tierra	45	60	4	500	12	15,000	2016
5° Encuentro con la Tierra	53	90	11	650	12	16,500	2017
6° Encuentro con la Tierra	63	120	11	700	16	19,000	2018
Totales	220	365	41	2450	71	81,500	



En cuanto al Museo de Sitio Mixteco Tlayúa, ubicado en Tepexi de Rodríguez Puebla, se tuvieron importantes avances en el periodo 2010-2018. Desafortunadamente el museo fue saqueado en diciembre de 2011 y tuvo que cerrar sus puertas temporalmente. Se llevo a cabo la remodelación total de sus espacios y el diseño de nueva museografía y nuevos materiales, para abrir sus puertas nuevamente al público en 2015. Al mismo tiempo se firmaron convenios de colaboración con el Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, la BUAP y CONCyTEP para realizar actividades académicas, docentes y de divulgación conjuntas.

Actualmente, el Museo de Sitio Mixteco Tlayúa es un espacio de divulgación e investigación conjunta con instituciones locales y estatales, con un incremento constante de sus visitantes por año.



6. PROGRAMA DE CONSOLIDACIÓN DEL ÁREA DE VINCULACIÓN



En el período 2010 a 2018 se realizaron acciones para fortalecer el área de vinculación dotándola de personal y de una figura formal dentro del organigrama y el reglamento interno, actualmente participa en la red de vinculación de la UNAM y brinda un importante servicio a los académicos y estudiantes, entre los logros del Instituto de Geología en este rubro se encuentran: a) el incremento en el número de convenios de colaboración con instituciones educativas nacionales e internacionales, y b) el aumento considerable en el número de proyectos y convenios de vinculación firmados con el sector público y privado, con máximos históricos de ingresos extraordinarios. El promedio en años anteriores al 2010 varió entre 1 y 10 millones de pesos. En el período 2010 a 2018 el total de total de ingresos extraordinarios rebaso los 300 millones de pesos (incluidos los apoyos de CONACyT). Solo por convenios, servicios y museo se captaron 170 millones de pesos en el periodo. Estos incluyen convenios firmados, servicios por análisis geoquímicos y consultorías menores, entradas al museo de geología, venta de publicaciones, etc.

Se realizaron importantes estudios aplicados a la solución de problemas nacionales, tales como: caracterización de la contaminación por actividad minera en Sonora y otros estados y por riesgo con aguas residuales; deslizamientos de tierra; atlas de peligros geológicos; caracterización de emanaciones de metano en el complejo administrativo de PEMEX; investigaciones especiales para ministerios públicos asociados a fraudes, ecocidios y feminicidios; perforación profunda de pozos de agua en el Distrito Federal, etc. En total del 2010 al 2018 se firmaron nuevos convenios con 8 instituciones educativas extranjeras, 18 instituciones educativas nacionales, 26 instituciones/dependencias de gobiernos Federal y Estatales, 21 empresas, y 3 asociaciones civiles. En promedio al año se realizaron entre 10 y 20 proyectos con SEMARNAT, CONAGUA, SACMEX, Minera México, CONAFOR, PROFECO, PEMEX, IMP, entre otras.

7. GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN



Durante los ocho años se llevaron a cabo gestiones para mejorar el desempeño del área administrativa, cumpliendo con los requisitos para la certificación ISO, para el ahorro de recursos (agua, electricidad, papel, etc.) y disminuir el presupuesto utilizado para la administración, con el objetivo de incrementar la inversión en las actividades académicas. Además, se apoyó al personal administrativo y de confianza, dotándolo de espacios dignos (baños, comedor), con promociones y reclasificaciones y con incentivos para participar en los programas de capacitación, todo esto redundó en un mejor desempeño. El personal de confianza se reunió regularmente para mejorar procedimientos, con el resultado de haber concluido el período de gestión con solo una observación menor de auditoría.

En cuanto a la gestión y administración se avanzó en todos los rubros, algunos de los logros incluyen:

- Aprobación de reglamentos específicos, normas operativas y criterios de evaluación.
- Redacción del Manual de Operación.
- Uso más eficiente de los recursos, mejoramiento en el servicio.
- Creación de la Intranet para servicios de laboratorios.
- Actualización de inventarios, rescate del archivo histórico del Museo de Geología.
- Reestructuración del área de publicaciones.
- Mejores condiciones para los trabajadores de base, con el mayor número de movimientos por escalafón, el mayor presupuesto dedicado a clausula 15, construcción de comedores y baños.
- Se simplificaron y mejoraron los procedimientos administrativos, para realizarlos vía electrónica, incrementándose considerablemente el ahorro de papel y otros recursos.

- Se fortaleció la Comisión de Higiene y Seguridad, la cual se reunió de manera regular, con un incremento notable en su actividad y en los resultados (protocolos de evacuación, atención a emergencias, manejo de residuos, etc.)
- Se fortaleció la seguridad de las instalaciones con la instalación del sistema de cámaras de seguridad en todos los edificios, tanto en el Edificio Principal, estacionamientos y LANGEM en Ciudad Universitaria como en la Estación Regional del Noroeste y los dos museos, además del reforzamiento de alambradas, accesos y entradas.
- Se renovó e incrementó la flota de vehículos, que pasó de 19 a 29, de los 12 vehículos adquiridos en el periodo 2010-2018, 6 de ellos fueron con ingresos extraordinarios. Esto permitió que se incrementaran las salidas de trabajo de campo y prácticas escolares en el periodo (Figura 19).
- Se llevó a cabo la remodelación de baños, 15 oficinas, y 10 laboratorios y 1 aula en el edificio principal.
- Construcción de salas de estudio para estudiantes en el edificio principal.
- Creación de la infraestructura y procedimiento para el confinamiento de residuos peligrosos.
- Construcción de un nuevo edificio de 2,000 m² diseñado especialmente para albergar los laboratorios de análisis geoquímicos y mineralógicos del IGL (A la administración central muchas gracias por el apoyo).
- Adquisición de 9 nuevos grandes equipos analíticos para dotar de infraestructura moderna al nuevo edificio (convocatoria CONACyT de equipamiento, recursos de la Coordinación e ingresos extraordinarios del IGL).
- Con esto el nuevo edificio se transformó en el Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía LANGEM en 2015 (CONACyT), con sedes en Sonora, en la UNISON y en el ITSON, el laboratorio más grande del país en su tipo.
- Remodelación y reapertura del Museo de Sitio Mixteco Tlayua, en Tepexi de Rodríguez, Puebla.

- En el Museo de Geología, construcción de espacios dignos para los trabajadores de base (comedor y baños), construcción de baños para el personal académico y rehabilitación de baños públicos.
- Construcción de nuevos talleres (en obra).
- Modernización de los servicios de cómputo, nuevo cableado, red inalámbrica, cambio de switches para la red de datos y servidores.
- 85 movimientos de escalafón y un incremento en la participación de los trabajadores en trabajos internos, en el marco de la cláusula 15 (Figura 20).



Figura 19. Número de salidas de campo por año (en el 2018 refleja solo 4 meses).

Total participaciones en cláusula 15

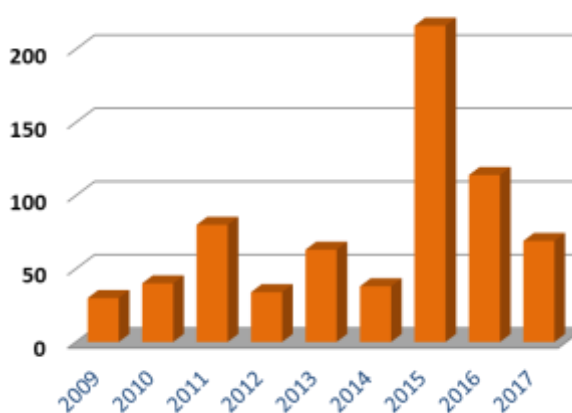


Figura 20. Número de trabajadores que participaron en el programa de mantenimiento.

8. ESTACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE

La Estación Regional del Noroeste fue fundada en 1974, con la misión de impulsar los estudios sobre geología regional, esta se estableció en el Departamento de Minas de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Sonora y posteriormente fue dotada de su propio edificio, en un terreno aledaño al campus principal de la UNISON.

Actualmente cuenta con 22 académicos y 4 catedráticos CONACyT, realiza estudios sobre la estratigrafía y bioestratigrafía, la geología estructural y evolución tectónica, y sobre la estratigrafía volcánica y los eventos magmáticos que dieron lugar a los yacimientos minerales de la zona noroeste del país. En el periodo que se reporta se crearon nuevas líneas de investigación en las áreas de geología ambiental y geoquímica. Cuenta con un grupo de 6 académicos del Instituto de Ecología y ha recibido en comisión, a académicos del Instituto de Energías Renovables.

La Estación Regional del Noroeste (ERNO) publican semestralmente Nuestra Tierra, revista de divulgación seriada que se distribuye gratuitamente a escuelas y centros educativos y al público en general. Es subse de dos posgrados, el de Ciencias de la Tierra y el Posgrado en Ciencias Biológicas. Sus académicos participan activamente en la docencia en otras instituciones educativas como la UNISON y la Universidad Estatal de Sonora.

Es de resaltar la evolución de la ERNO en los últimos años en todos los rubros, tanto en crecimiento físico y de personal, investigación, divulgación, docencia y vinculación, entre los que destacan:

- Renovación y crecimiento de la plantilla académica, con 5 nuevos contratos, la incorporación de 4 Cátedras CONACyT y 7 posdoctorados en el periodo (Figura 21).
- Crecimiento en el número de publicaciones por año (Figura 22).

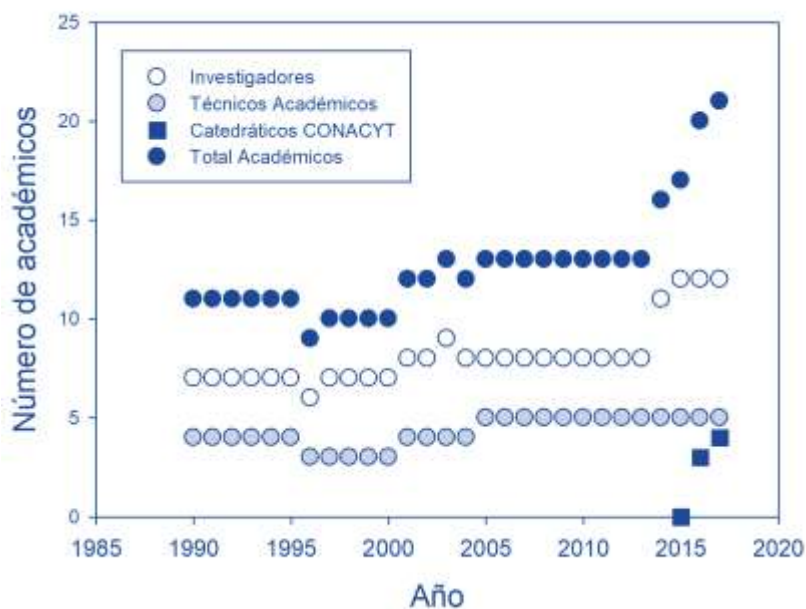


Figura 21. Evolución de la plantilla académica de la Estación Regional del Noroeste del 1990 al 2017.

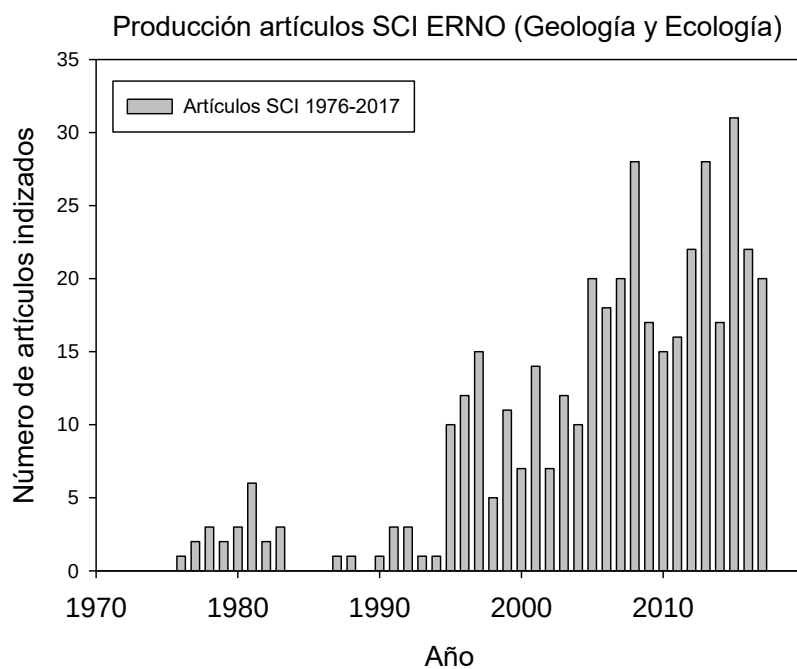
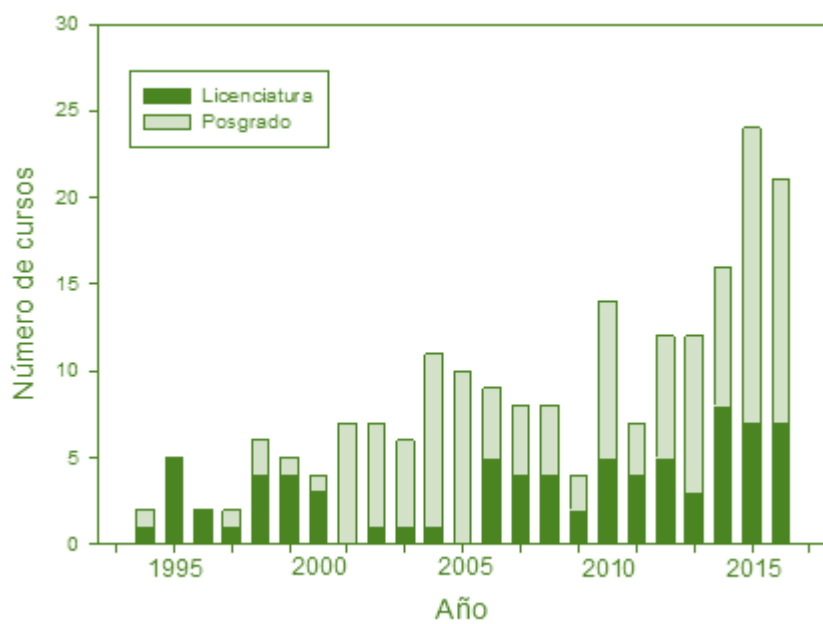
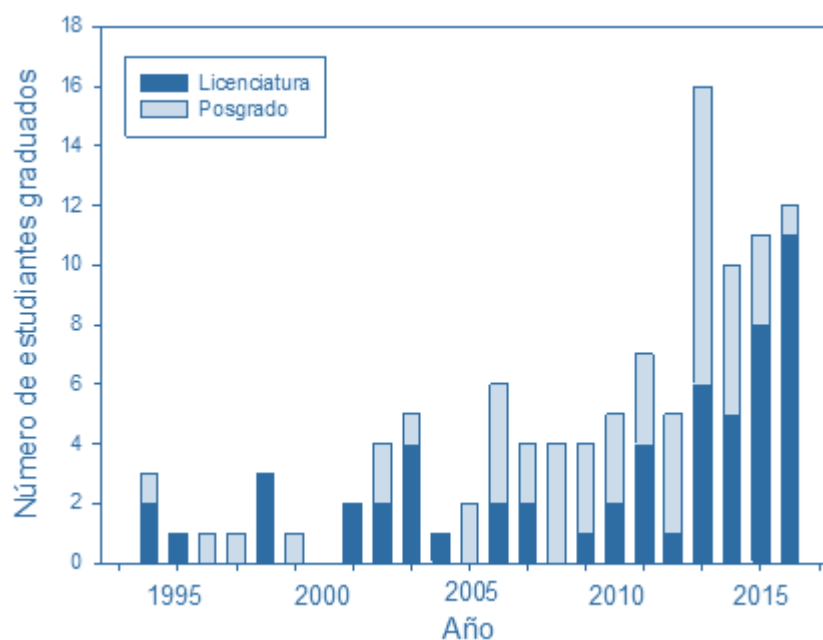


Figura 22. Histórico de la publicación de artículos en revistas indexadas de la Estación Regional del Noroeste del 1990 al 2017.

- Un aumento considerable en el número de cursos formales impartidos y en la cantidad de tesis dirigidas. También incrementó el número de estudiantes de posgrado y se consolidó la oficina del Posgrado en Ciencias de la Tierra, con la creación de la maestría en Ciencias Ambientales (Figura 23).



(a)



(b)

Figura 23. a) Número de cursos impartidos por año y b) número de estudiantes graduados por año por el personal de la ERNO.

- La incorporación de la ERNO al Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM) y al Grupo Regional Emergente: Geología, Ambiente y Salud (CONACyT), en colaboración con académicos de la Universidad de Sonora y del Instituto Tecnológico de Sonora.
- Incremento en el número de proyectos y convenios, entre ellos la participación en proyectos importantes como el diagnóstico de la afectación al medio ambiente del derrame de lixiviados de la mina de Cananea al Río Sonora.
- Mejora importante en las relaciones con otras universidades regionales.
- Incremento en lectores de su revista de divulgación Nuestra Tierra.
- Además, se llevaron a cabo obras de ampliación del edificio, creando 400 m² nuevos de construcción, con lo que se crearon 4 oficinas, un salón de clases, un laboratorio, la biblioteca y el museo de paleontología de la ERNO.
- Al momento del informe se cuenta con un proyecto de creación de un laboratorio binacional Universidad de Arizona-UNAM y un proyecto de conversión en Centro (en colaboración con I. Ecología, I. Geofísica, I. Energías Renovables, C. Ciencias de la Atmósfera).



9. PROYECTOS NACIONALES



Con el objetivo de articular el quehacer científico y las líneas de investigación del IGL y orientarlo con base en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI 2015-2019), acorde a los Problemas Nacionales más relevantes identificados por la comunidad del IGL y enmarcados en los temas prioritarios del Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación (2014-2018) del CONACyT, se establecen los **Proyectos Nacionales del Instituto de Geología**. Como su nombre lo indica son los proyectos a nivel institucional que tienen un impacto nacional, y que enmarcan o agrupan los proyectos individuales y de grupo del personal del IGL. Estos son, en orden alfabético:

- Agua: Calidad y Sustentabilidad Hídrica
- Alianza Nacional por el Suelo
- Colecciones Científicas Nacionales
- Geología, Salud y Seguridad
- Gestión Integral de los Peligros Naturales
- Hidrocarburos y Geoenergías Renovables
- Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía
- Origen de la Vida y Ambientes Extremos Planetarios
- Patrimonio Geológico Nacional
- Patrimonio Paleontológico Nacional
- Paleoclimatología y Cambio Climático
- Programa Nacional de Educación en Ciencias de la Tierra
- Recursos Minerales y Minería Sustentable
- Sistemas Tectónicos de México

A continuación, se describen los objetivos, y algunos de los proyectos y logros más importantes en el período 2014-2018.

Proyecto Nacional sobre el Agua, Calidad y Sustentabilidad Hídrica

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto nacional es aportar conocimiento sobre la hidrogeología, principalmente el estudio de los acuíferos mexicanos, la calidad del agua, reservas hídricas, y otros temas relacionados con las aguas subterráneas y superficiales. Agrupa tanto proyectos de investigación básica como convenios de colaboración firmados con dependencias federales, gobiernos estatales, asociaciones civiles y empresas.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Proyecto de Perforación de Pozos Profundos, desarrollado bajo el convenio Sistema de Aguas de la Ciudad de México – CONAGUA – UNAM: La Ciudad de México presenta una serie de problemas ambientales y de abasto de recursos básicos cuya solución es crucial para su sostenimiento, por ello un grupo importante de académicos del Instituto de Geología han enfocado sus investigaciones al estudio del agua, de la contaminación ambiental y de disposición y transformación de desechos urbanos. Entre sus aportaciones está la caracterización de los acuíferos profundos, la roca que los contiene, y el análisis de la calidad del agua, estudios que han sido realizados gracias a la participación del IGL. En el marco del mismo proyecto los académicos realizaron un diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable para la gran metrópoli.

En la misma Ciudad de México, a solicitud de los habitantes del Pueblo de los Reyes, Coyoacán, los académicos del IGL realizaron la caracterización del agua de las emanaciones derivadas de las obras de construcción de condominios en un predio de Avenida Aztecas, estudio que contribuyó a la discusión sobre la viabilidad de la obra civil.

Otros proyectos importantes desarrollados en el periodo: hidrogeología de las Lagunas de Montebello, Chiapas; estudio sobre la afectación a la hidrogeología del Estado de Morelos derivada del Sismo del 19 de septiembre de 2017; y la publicación del libro *Manejo de la Recarga de Acuíferos un Enfoque para Latinoamérica*.

Alianza Nacional por el Suelo

OBJETIVOS

Los académicos del IGL en conjunto con académicos de otras instituciones nacionales crearon la Alianza Nacional por el Suelo, la cual suscribió la Alianza Mundial por el Suelo, iniciativa de la UNESCO. Los El objetivo principal es promover la investigación, docencia y vinculación con los sectores público y privado para resguardar el suelo como un patrimonio nacional, y un recurso no renovable.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Seminario Nacional: La primera actividad en el marco de dicha alianza fue un seminario nacional con la participación del Rector de la UNAM, del Director General del IPN, secretarios de estado y el representante de la UNESCO en México, realizado en el Palacio de Minería.

Las investigaciones realizadas por el personal académico del IGL han estado encaminadas a la génesis de los suelos, su preservación, su restauración y el impacto de la actividad humana sobre ellos. Las investigaciones se enfocaron a temas muy diversos, como la edafoarqueología o geoarqueología, génesis de suelos en ambientes extremos, estudios de loess, carbonatos pedogénicos, reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales con base en la naturaleza de los suelos, comportamiento de contaminantes en suelos irrigados con aguas residuales, entre ellos, el comportamiento de los antibióticos, pesticidas y metales y la generación de *tecnosuelos* a partir de desechos de construcción en zonas urbanas.

Colecciones Científicas Nacionales

OBJETIVOS

Históricamente el Instituto de Geología ha jugado un papel muy importante en la preservación, catalogación y resguardo de los materiales geológicos y paleontológicos de interés científico del país. El objetivo de este proyecto nacional es contribuir con la formación de colecciones científicas estructuradas con los estándares de calidad internacional, abiertas a la comunidad

académica para su consulta, de apoyo a la investigación y la docencia, y que sean el espacio de resguardo del patrimonio geológico y paleontológico del país.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

El instituto tiene a su resguardo tres colecciones nacionales y un acervo. **La Colección Nacional de Paleontología, con más de 15,000 ejemplares.** El Acervo Histórico del Museo de Geología de la UNAM de nueva creación, la Colección Nacional de Meteoritas y la Colección Mineralógica Nacional, las dos últimas en proceso de formación.

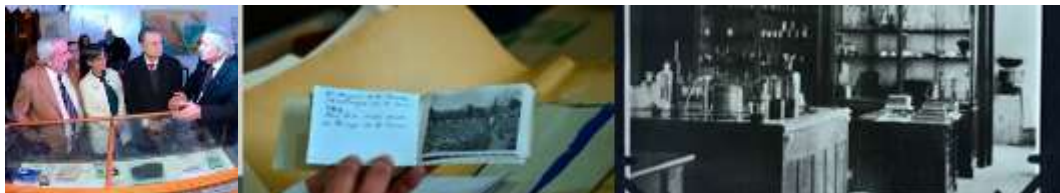
Durante los 4 años se realizó la migración de la información de UNIPALEO al portal de la CCUD, que originalmente fue creada en el macroproyecto universitario Sistemas de Información sobre Biodiversidad y Ambiente (SIBA), en el cual el Instituto participó con la creación de la Unidad Informática de Paleontología (UniPaleo), además se llevó a cabo el registro de más de 10,000 ejemplares en el Sistema Único de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas del INAH.

Uno de los esfuerzos más importantes realizado en los últimos 4 años ha sido el proyecto de rescate del Archivo Histórico del Instituto de Geología, realizado en conjunto con el Instituto Nacional de Antropología e Historia y con el Archivo Histórico del Palacio de Minería, de la Facultad de Ingeniería. Incluyó la estabilización, organización, inventario y catalogación de los documentos contenidos en 560 cajas, las que a su vez alojan 11,444 expedientes y un estimado de 3,000 fotografías. En el periodo se elaboró de la guía general electrónica del Archivo Histórico del Instituto de Geología, la cual se encuentra alojada en el servidor de la Facultad de Ingeniería.

En el último año se concluyeron las obras de restauración de la Biblioteca del Museo de Geología, y se depositó físicamente el material del archivo en ese recinto, el cual se complementa con el acervo histórico de la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, que se encuentra en ciudad universitaria.

Este último año también se recibió en donativo el Acervo Dr. Zoltan De Cserna Cobos, y se contrató personal académico para la investigación y resguardo del material que contiene, además de haberse inaugurado, con la participación del Sr. Rector Dr. Enrique Graue Wiechers y

del Secretario de Energía, Lic. Pedro Joaquín Coldwell el ahora **Acervo Histórico del Instituto de Geología**, recinto de consulta y de investigación histórica, similar al que actualmente existe en el Palacio de Minería.



Geología, Salud y Seguridad

OBJETIVOS

Este proyecto nacional abarca las investigaciones realizadas por el personal académico del IGL en temas relacionados con la salud humana y la seguridad social, que tienen un impacto regional y nacional; incluye los estudios que se realizan en toxicidad ambiental natural y antropogénica, geología médica y las investigaciones en geología forense.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

En el marco de este proyecto nacional se atendieron requerimientos de la Procuraduría General de la República y de ministerios públicos locales relacionados con la caracterización de evidencia geológica, como apoyo a investigaciones periciales. Destacan los proyectos de investigación sobre polvos atmosféricos, estudios de toxicidad ambiental, entre ellos los proyectos sobre biodisponibilidad y bioaccesibilidad de metales en suelos, agua y sedimentos contaminados por desechos de minas y de zonas urbanas y las investigaciones sobre los efectos del riego de cultivos con aguas residuales por pesticidas y fármacos.

Gestión Integral de los Peligros Naturales

OBJETIVOS

Este es otro proyecto de gran impacto social, ya que los peligros naturales afectan la integridad física y patrimonial de los habitantes tanto en las ciudades como en las zonas rurales del país.

Además de la caracterización de los peligros naturales, el personal académico del Instituto de Geología colabora con dependencias gubernamentales como el Centro de Prevención de Desastres, las oficinas federales y estatales de Protección Civil, y con los gobiernos estatales y municipales con el fin de elaborar los Atlas de Riesgo, proponer alternativas de reubicación de comunidades y planes de prevención de desastres. Las investigaciones se enfocan a deslizamientos de tierra/roca, hundimientos y fracturas, fenómenos geológicos asociados a sismos, incluyendo los tsunamis, y fenómenos geológicos relacionados con eventos hidrometeorológicos extremos, tales como inundaciones y deslizamientos de laderas y el registro histórico de los mismos, con el fin de entender su comportamiento y periodicidad. El personal del IGL ha dado respuesta inmediata a los llamados de protección civil y de la sociedad en momentos de desastre.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

En el periodo que se reporta se realizaron estudios sobre las características geológicas que determinan el peligro en algunas comunidades de los estados de Veracruz y Oaxaca, para lo cual se elaboraron informes técnicos que incluyen las recomendaciones más importantes.

Cabe destacar el voluntariado de académicos y en particular de los estudiantes para ayudar en las obras de rescate en edificios colapsados, en la estación de acopio en el Estadio Universitario. Principalmente, el entusiasmo y responsabilidad que mostraron al dedicar tiempo completo a la caracterización del fracturamiento y otros fenómenos geológicos que ocurrieron en las Delegaciones Tlahuac y Xochimilco, en el sur de la ciudad, así como en los estados de Morelos, Chiapas y Oaxaca. Los resultados de estos estudios se entregaron a los responsables de Protección Civil mediante informes técnicos.



Hidrocarburos y Geoenergías Renovables

OBJETIVOS

En el año 2015 se creó el Seminario Universitario sobre Investigación en Hidrocarburos (SUIH), en conjunto con otras entidades de la UNAM de Ciencias de la Tierra. Dicho seminario tiene su sede en el Instituto de Geología y sus objetivos son: promover la investigación multi y transdisciplinaria direccionada a resolver problemas específicos de la exploración y explotación de hidrocarburos, de manera sustentable con el medio ambiente; apoyar al desarrollo de las capacidades en docencia de la UNAM, a través del fortalecimiento de su infraestructura y sus recursos humanos, con el objetivo de formar profesionistas de alta calidad para el sector energético; incrementar la oferta de servicios especializados a la industria del sector a través de convenios específicos e impulsar la colaboración internacional con instituciones académicas especializadas en los temas de hidrocarburos y otras geoenergías.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

En el período se han realizado reuniones académicas, se firmaron convenios con empresas y la CNH para realizar actividades académicas y de investigación y se logró articular de manera conjunta con las entidades que participan en el SUIH, varios proyectos sometidos al programa SENER-CONACyT para realizar investigación, ofrecer capacitación al personal del ramo, a través de diplomados y certificaciones y desarrollar infraestructura para el sector. Otro logro importante en el 2017 es la participación del personal académico del IGL en el Consejo Consultivo para la Transición Energética.

Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía

OBJETIVOS

El objetivo central del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM) (UNAM-UNISON-ITSON) es dar servicio de calidad a proyectos académicos de las instituciones participantes y de otras instituciones académicas del país, en el marco de las necesidades y temas prioritarios de desarrollo para el país. Garantizar la formación de recursos humanos altamente especializados, para que estos a su vez tengan la posibilidad de desarrollar nueva infraestructura

analítica en otros espacios de la república, y que sean capaces de proponer y ejecutar sus propios proyectos en el ámbito profesional.

Además de desarrollar una estrecha vinculación con empresas y organismos públicos o privados que soliciten proyectos que requieren las capacidades analíticas de los laboratorios integrados en el mismo.

En sus objetivos está el convertirse en un elemento de proyección a futuro para las líneas de investigación de las dependencias que forman el LANGEM, dotándolas de los instrumentos y personal necesario para su óptimo desarrollo e implementación, y así fortalecer la proyección nacional e internacional de las áreas de la Geoquímica y la Mineralogía.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Uno de los logros principales fue la aprobación por parte del CONACyT del proyecto de Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), su habilitación y la inauguración del mismo en el mes de noviembre de 2015. A la fecha del presente informe el LANGEM ya es un laboratorio consolidado, en proceso de acreditación, que cuenta con una red de laboratorios que agrupa las áreas analíticas con los grandes equipos de tecnología especializada para análisis geoquímicos y mineralógicos de los Institutos de Geología y Geofísica y de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, de la Universidad de Sonora, y del Instituto Tecnológico de Sonora.

El LANGEM se ha desarrollado para dar servicio a la comunidad académica y a los sectores público y privado a través de realizar la caracterización de materiales geológicos, en escalas que van de nanopartículas hasta muestras macroscópicas de rocas, suelos y agua, además de la caracterización de sustancias contaminantes producidas por la actividad minera, industrial, urbana y agrícola y su interacción geoquímica con los materiales naturales. El laboratorio se enfoca en cuatro líneas de investigación y servicio principales: 1. Los estudios edafo-ambientales. 2. Estudios hidrogeoquímicos y de calidad del agua. 3. Estudios de sitios contaminados. 4. Los estudios geoquímico-mineralógicos de materiales geológicos.

El Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía cuenta actualmente con un total de 20 laboratorios, 6 en Sonora y 14 en Ciudad de México, 32 investigadores-profesores y 19 técnicos académicos.

Origen de la Vida y Ambientes Extremos Planetarios

OBJETIVOS

Este proyecto nacional tiene como objetivo promover las investigaciones de frontera sobre la tierra primitiva, el origen de la vida y los procesos geobiológicos que tienen lugar en ambientes extremos de La Tierra, como análogos de investigación sobre ambientes planetarios, como Marte. Incluye investigaciones en temas como la astrobiología, el papel de las superficies sólidas en el origen de la vida, y la sobrevivencia de materia orgánica asociada a minerales.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Entre las investigaciones realizadas se encuentran la caracterización de ambientes extremos en el Desierto de Atacama como análogos de Marte, los estudios de ventilas hidrotermales y su papel en la química prebiótica.

Patrimonio Geológico Nacional

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto Patrimonio Geológico Nacional, es participar en conjunto con otras entidades de la UNAM, con instancias gubernamentales y de la sociedad, en acciones específicas para la protección del patrimonio geológico, como lo son sitios con elementos geológicos que deben ser protegidos por su importancia científica y su valor educativo y social, las localidades paleontológicas importantes y el cuidado en general del medio ambiente.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Entre las acciones realizadas en este sentido, está la participación de personal del Instituto de Geología en la creación de los dos Geoparques con los que cuenta actualmente el país, el Geoparque Comarca Minera y el Geoparque Mixteca Alta, además de colaborar con Museos de Sitio en zonas rurales.

Patrimonio Paleontológico Nacional

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto nacional relacionado con el patrimonio paleontológico, busca aportar conocimiento científico sobre la flora y fauna fósil del país, resguardar y hacer crecer la Colección Nacional de Paleontología, participar en acciones de protección a los sitios paleontológicos y de difusión y divulgación de la Paleontología en general.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Agrupar todos los proyectos que desarrollan los académicos en el área de la paleontología, destacan las aportaciones sobre el ámbar y su contenido fósil, la caracterización de invertebrados, vertebrados, incluyendo peces fósiles, el estudio de microfósiles y de la flora fosilizada, entre otros. Los resultados de los proyectos han aportado al entendimiento de la evolución de la vida en el planeta, la reconstrucción de condiciones climáticas y ambientales en el pasado, la paleogeografía, e inclusive la reconstrucción de los hábitos alimenticios de algunos de estos organismos. El personal del IGL participó como co-organizador del Décimo Congreso Internacional del Sistema Jurásico y forma parte del Consejo Nacional de Paleontología del INAH.

Paleoclimatología y Cambio Climático

OBJETIVOS

El objetivo

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

El grupo de estudios Paleo-climáticos del IGL obtuvo la aprobación de un proyecto internacional para la perforación de pozos profundos con fines educativo-científicos, para la reconstrucción de la Evolución Paleoclimática en el Centro de México y Zonas Desérticas (Lake Chalco Drilling Project ICDP), sobre la ciclicidad de los cambios en la vegetación y su relación con el cambio

climático de los últimos miles de años y los cambios geoquímicos de sedimentos en zonas áridas y su interpretación paleoclimática y paleoambiental.

Otra aportación importante en temas de comportamiento climático en el pasado (Paleoclimatología) fue la reconstrucción de la influencia que ha ejercido el Océano Atlántico en los hidroclimas del noroeste del país y su relación con los eventos identificados en el sureste de los Estados Unidos, desde la última glaciación. También se aportó en temas ecológicos con investigaciones sobre la dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México.

Programa Nacional de Educación en Ciencias de la Tierra

OBJETIVOS

El objetivo de este programa es contribuir a la transferencia del conocimiento científico a la sociedad, desde las etapas más tempranas (nivel primaria y secundaria), para los educadores (maestros de nivel básico y superior) y la población en general. Entre sus objetivos están asesorar y acompañar de las autoridades locales y nacionales para la creación de políticas de protección civil, crear conciencia sobre el cuidado de los recursos y el medio ambiente y crear los espacios de acercamiento a las Ciencias de la Tierra con fines de orientación vocacional.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Uno de los proyectos más exitosos es el Terramóvil, vehículo educativo que lleva talleres y actividades a las escuelas, espacios públicos y ferias de ciencia, con el fin de educar sobre el entorno geológico, los recursos y los peligros. En el 2017 atendió a mas de siete mil niñas y niños. Además del Terramóvil, el personal del Instituto de Geología ha participado en cursos y talleres para profesores de nivel primaria, secundaria y preparatoria. Han capacitado a personal de las oficinas de Protección Civil de varios estados de la república y han dictado cursos y conferencias a la población en delegaciones de la Ciudad de México. Complementa la publicación e libros y materiales educativos.



Alumnos atendidos por Terramóvil	
2013	1,858
2014	4,579
2015	3,843
2016	8,801
2017	7,082

Recursos Minerales y Minería Sustentable

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto nacional es apoyar al conocimiento sobre los recursos minerales, metálicos y no metálicos del país, su origen, y su explotación sustentable, a través de investigaciones sobre la metalogenia, la geología regional y el impacto de la actividad minera, su remediación y prevención.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

Además de elaborar el Atlas Metalogénico Nacional, un grupo de académicos del Instituto de Geología participó en la preparación de un volumen especial sobre el origen y caracterización de yacimientos minerales de México, publicación que tendrá un impacto importante en la exploración minera nacional.

Es de destacar los estudios sobre el impacto que la actividad minera ha tenido sobre el ambiente en varias localidades en los Estados de San Luis Potosí, Sonora y Guerrero. Entre estos destaca la participación junto con el Instituto de Ecología en el diagnóstico y caracterización del impacto

ambiental del derrame de lixiviados en la Mina Cananea en Sonora. Así mismo, los estudios sobre jales en minas de San Luis Potosí y Taxco, Guerrero, y la recuperación de terrenos de la antigua planta metalúrgica de San Luis Potosí, para su integración urbana, en el que el IGL ha dado seguimiento y control a las acciones de remediación de este predio de más de 600 hectáreas de extensión.

Además de los proyectos de investigación realizados a través de convenios con varias compañías mineras, con el objetivo de caracterizar los yacimientos y entender su origen.

Sistemas Tectónicos de México

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto nacional es definir el origen de los cinturones orogénicos mexicanos, a través de estudios de petrología, estratigrafía y geología estructural, entre otros, aportar al conocimiento geológico regional y la reconstrucción de la evolución tectónica de México y sus procesos.

PROYECTOS ESPECÍFICOS, LOGROS Y APORTACIONES

El Instituto de Geología ha realizado importantes contribuciones para el avance del conocimiento en las ciencias de la Tierra. Ejemplos de las investigaciones sobre la constitución geológica del país y su evolución tectónica incluyen la reconstrucción de la dinámica de los procesos tectónicos formadores del paisaje; la evolución de las cadenas montañosas y el entendimiento de los procesos tectono-metamórficos formadores de los complejos cristalinos más antiguos y su relación con la paleogeografía del planeta; y las aportaciones al conocimiento de los procesos volcánicos del pasado y actuales. Además de las reconstrucciones paleoambientales de los mares jurásico-cretácicos mexicanos y su relación con eventos tectono-climáticos globales. Es de resaltar la participación por invitación de uno de los jóvenes investigadores en el proyecto internacional de perforación oceánica en el Arco de las Marianas, en el Pacífico occidental, avalado por la UNESCO y el Programa Mundial de Perforación Oceánica (OIDP). Además de importantes avances en el conocimiento de la estructura y origen de las meteoritas.



Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

Rector

Dr. Leonardo Lomelí Venegas

Secretario General

Ing. Leopoldo Silva

Secretario Administrativo

Dr. Ken Oyama Nakagawa

Secretario de Desarrollo Institucional

Dr. William Lee Alardin

Coordinador de la Investigación Científica

Instituto de Geología

Dra. Elena Centeno García

Directora

Dr. Sergio Raúl Rodríguez Elizarrarás

Secretario Académico

Lic. Juan Fernando Calderón Salgado

Secretario Administrativo

M. en C. Emiliano Campos Madrigal

Secretario Técnico

