



UNIVERSIDAD DE SONORA

Unidad Regional Centro
División de Ciencias Exactas y Naturales

Proyecto Curricular y Plan de Estudios del Doctorado en Geociencias

Comisión Académica Responsable de la Elaboración del Proyecto Curricular 2019:

Dra. Diana María Meza Figueroa (*Coordinación de la Comisión*)

Dra. Silvia Martínez Retama

Dr. Rogelio Monreal Saavedra

Dr. Francisco Abraham Paz Moreno

Dr. Efrén Pérez Segura

Dr. Ricardo Vega Granillo

Dr. Jesús Roberto Vidal Solano

Directorio

Dr. Enrique Fernando Velázquez Contreras
Rectoría

Dra. Arminda Guadalupe García de León Peñúñuri
Secretaría General Académica

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros
Secretaría General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez
Vicerrectoría Unidad Regional Centro.

Dr. Rodrigo Meléndrez Amavizca
Dirección de la División de Ciencias Exactas y Naturales
Unidad Regional Centro.

Dr. Francisco Javier Grijalva Noriega
Jefatura del Departamento de Geología.

CONTENIDO

I. VALORACIÓN GENERAL	1
I.1 Presentación	1
I.2. Identificación del Programa	1
II.FUNDAMENTACIÓN	1
II.1 Antecedentes	1
II.2. Justificación	3
II.3. Pertinencia social del programa	5
<i>a.Caracterización de la zona</i>	5
<i>b.Problemas y necesidades</i>	6
<i>c.Políticas públicas</i>	8
II.4.Pertinencia práctica del programa	9
<i>a.Mundo potencial de trabajo para egresados</i>	9
<i>b.Empleadores potenciales</i>	9
<i>c.Programas similares</i>	10
<i>d.Demanda previsible</i>	12
<i>e.Análisis del plan de estudios propuesto</i>	13
<i>d.Enfoque</i>	14
II.5. Pertinencia teórica del programa	14
<i>a.Estado del arte disciplinar</i>	14
<i>b.Justificación de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)</i>	16
II.6. Conclusiones	17
II.7.Fuentes de consulta	17
III.OPERACIÓN DEL PROGRAMA	19
III.1.Marco Jurídico	19
III.2.Proceso de selección de alumnos	20
III.3. Tipo de alumnos	21
III.4. Periodicidad	22
III.5. Requisitos de ingreso	22
III.6. Requisitos de permanencia	22
<i>a.Evaluación del desempeño académico de los estudiantes.</i>	22
<i>b.Dedicación exclusiva de los estudiantes al programa.</i>	23
III.7. Requisitos de egreso y obtención del grado	24
III.8. Mecanismos de tránsito entre los niveles formativos	24
III.9. Sistema de tutorías	25
<i>a.Obligaciones del Tutor Académico</i>	26
<i>b.Dirección de Tesis</i>	27
III.10.Procesos de seguimiento y evaluación	29
<i>a.Seguimiento académico.</i>	29
<i>b.Reuniones colegiadas.</i>	29
<i>c.Seminarios de Posgrado.</i>	29
III.11. Actualización del programa	30
IV.PLAN DE ESTUDIOS	30

<i>a.Opción Geología</i>	31
<i>b.Opción Geociencias Aplicadas</i>	31
IV.1.Objetivos generales y específicos del plan de estudios	32
<i>a.Objetivo General.</i>	32
<i>b.Objetivos Específicos.</i>	33
IV.2.Perfil de ingreso	33
IV.3.Perfil de egreso	33
<i>a.Habilidades que se deberán adquirir durante el posgrado</i>	34
IV.4.Mapa curricular	35
<i>a.Flexibilidad curricular.</i>	38
IV.5.Valor en créditos	39
IV.6.Duración del programa	39
IV.7.Programa de cada asignatura	39
IV.8.Líneas de investigación y/o trabajo	40
IV.9. Orientación didáctica	41
IV.10.Nivel de dominio de un Segundo idioma	41
IV.11.Modalidades y trabajos para obtención del grado	41
<i>a.Requisitos de egreso</i>	42
<i>b.Defensa de Disertación.</i>	42
IV.12. Actividades complementarias del plan de estudios	42
V.RECURSOS HUMANOS	43
V.1. Núcleo académico (NAB)	43
<i>a.Profesores asociados al programa</i>	45
V.2. Organización académica	46
V.3. Programa de superación	46
V.4. Personal de apoyo al programa	47
VI.INFRAESTRUCTURA	47
VI.1. Espacios	47
VI.2. Laboratorios y talleres	48
VI.3. Biblioteca y acervos	49
VI.4. Redes y bases de datos	49
VI.5. Equipamiento	50
VII.VINCULACIÓN	50
VII.1. Convenios	50
VII.2 Intercambio y movilidad	51
VII.3. Difusión de programa	51
VIII.RECURSOS FINANCIEROS	52
VIII.1. Recursos financieros para la operación del programa	52
VIII.2 Fuentes alternativas de financiamiento	52
ANEXO 1. Programas de cada asignatura	53
Unidad de Investigación I	54
Unidad de Investigación II	55
Unidad de Investigación III	56
Unidad de Investigación IV	57

Unidad Teórica I	58
Unidad Teórica II	59
Unidad Teórica III	60
Avance de Tesis I	61
Avance de Tesis II	62
Avance de Tesis III	63
Avance de Tesis IV	64
Seminario de Publicación I	65
Seminario de Publicación II	66
Presentación de Tesis	67
Tectónica Regional	68
Geoquímica	70
Yacimientos Minerales y Petrografía de Menas	72
Estratigrafía Avanzada	74
Petrología Avanzada	76
Hidrogeología Avanzada	79
Geología Ambiental	81
Geofísica Aplicada	84
Geología y Análisis Estructural	86
Geología del Noroeste de México	88
Microfacies	90
Petrología de Rocas Detríticas	92
Cuencas Sedimentarias y Ambientes de Depósito	94
Petrología de Rocas Ígneas	96
Petrología de Rocas Metamórficas	98
Metalogenia de Minerales Estratégicos	100
Petrología de Rocas Piroclásticas	101
Vulcanología	103
Métodos Geofísicos Potenciales	105
Métodos Geofísicos Eléctricos	107

ANEXO II.

CVU de CONACYT actualizado del personal académico

ANEXO III.

Dictámenes de expertos

ANEXO IV.

Acervo bibliográfico

ANEXO V.

Convenios con IES o los sectores

ANEXO VI.

Lineamientos específicos de operación del Programa de Doctorado en Ciencias-Geología.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Posgrados en Ciencias de la Tierra en México.

Tabla 2. Lista de materias del Plan de Estudios

Tabla 3. Cuerpos Académicos a los que pertenecen los profesores del Núcleo Académico Básico.

Tabla 4. Descripción del núcleo académico básico.

Tabla 5. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento que desarrollan los profesores del Núcleo Académico Básico.

I. VALORACIÓN GENERAL

I.1 Presentación

El presente documento contiene una propuesta para la creación de un programa de Doctorado en Geociencias. El plan de estudios del programa de posgrado fue diseñado con una perspectiva integral e interdisciplinaria, con una modalidad de *doctorado tradicional* con orientación a la investigación, según el Artículo 10 del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. El contenido y estructura de este documento se basa en la “Guía para el Diseño de Nuevos Planes de Estudio y Reestructuración de Programas de Posgrado” publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado (DIP) de la Universidad de Sonora.

I.2. Identificación del Programa

- Doctorado en Geociencias
- Nivel del programa académico: Doctorado
- Campo de orientación: Investigación
- Modalidad: Presencial
- Unidad Regional Centro
- Adscripción: División de Ciencias Exactas y Naturales
- Departamento de Geología
- Responsable: Dra. Diana Meza-Figueroa
- Grado de Doctor en Geociencias

II. FUNDAMENTACIÓN

II.1 Antecedentes

El papel de las Ciencias de la Tierra (Geociencias) crece continuamente en importancia para poder satisfacer las necesidades de la sociedad. Las Geociencias permiten entender el planeta como un sistema complejo que incluye al agua, aire, tierra, biota y las interrelaciones con otros cuerpos del Sistema Solar. Es común que se utilicen los términos Ciencias de la Tierra, Geociencias y Geología como sinónimos, ya que se refieren al estudio científico de la Tierra y las fuerzas que actúan en este sistema. Sin embargo, la Geología se refiere exclusivamente a la Geosfera o Tierra Sólida, mientras que las Ciencias de la Tierra y

las Geociencias tienen un carácter multidisciplinario. Actualmente, la mayoría de las instituciones agrupan a las Ciencias de la Tierra o Geociencias en cuatro áreas principales: (1) Ciencias Geológicas, Tierra Sólida o Geósfera; (2) Ciencias Atmosféricas; (3) Ciencias Acuáticas o Hidrósfera, y (4) Ciencias Planetarias¹.

El estudio de las Geociencias permite desarrollar habilidades tales como la resolución de problemas complejos de alcance interdisciplinar, el análisis tridimensional y la comprensión de las escalas temporales y espaciales. Los especialistas en Geociencias trabajan para una gran variedad de organizaciones, incluyendo compañías mineras y petroleras, así como compañías de servicios a la minería, del medio ambiente y urbanismo. Trabajan también para agencias gubernamentales municipales, estatales y federales; así como en diversas instituciones docentes y académicas, tales como escuelas y universidades.

En Sonora y en el resto del país existe una imperiosa necesidad de especialistas en Geociencias debido a que en las últimas décadas se ha incrementado la demanda de este tipo de profesionistas en empresas privadas, instituciones académicas, gubernamentales y otros organismos. Por un lado, porque han aumentado las necesidades del conocimiento de los recursos naturales no renovables, de nuevos yacimientos minerales, ya que Sonora es un estado líder en la producción minera de México. Por otro lado, las condiciones climáticas extremas del noroeste del país exigen una planeación cuidadosa del recurso agua, desarrollo urbano, y de protección y conservación del ambiente para asegurar el crecimiento sustentable de la región.

La creación del Programa de Doctorado en Geociencias responde a esta necesidad de profesionistas altamente especializados, ya que se enfoca en la preparación de especialistas capaces de colaborar con grupos multidisciplinarios en investigación de frontera en las Ciencias de la Tierra. Las habilidades y actitudes que son atributos del perfil de egreso van más allá de los aspectos teóricos. En particular, este posgrado busca que los egresados obtengan una comprensión sistemática de alguno de los campos de estudio de las Geociencias y el dominio de las habilidades, métodos de investigación y desarrollo

¹ The University of Arizona, Department of Geosciences, Estados Unidos: <https://www.geo.arizona.edu/Research>
Stanford University, Estados Unidos: <https://earth.stanford.edu/about/departments-programs>
University of Michigan, Estados Unidos: <https://lsa.umich.edu/earth/research.html>
Universidad Nacional Autónoma de México, México: <http://www.pctierra.unam.mx/tutores/areas>
University of Queensland, Australia: <https://sees.uq.edu.au/>

tecnológico relacionados con dicho campo. Para lograr esto, el plan de estudios se enfoca esencialmente en la formación integral del estudiante a través de actividades acreditables guiadas por un Comité Tutorial designado desde su ingreso al programa. Se propone un plan de estudios que permita la dedicación de tiempo completo y favorezca la movilidad de los estudiantes en función de las herramientas tecnológicas que requiera para el desarrollo del proyecto. El plan de estudios contempla actividades de movilidad de los estudiantes en instituciones nacionales e internacionales con valor curricular.

II.2. Justificación

El plan de estudios se sustenta en un análisis de pertinencia y del estado del arte en los campos de conocimiento de las Geociencias, que justifica la viabilidad del programa y que permite definir con claridad sus objetivos.

La creación de un programa de Doctorado en Geociencias en la Universidad de Sonora responde a la urgente necesidad que tiene el país de elevar su nivel investigativo en Ciencias de la Tierra. Si bien es cierto que México ha invertido en la formación de profesionales a nivel posgrado en una gran variedad de disciplinas, también es claro que existe la necesidad de aplicar el conocimiento científico y técnico a las necesidades del país.

La Licenciatura en Geología de la Universidad de Sonora fue implementada hace 44 años; al tiempo de su fundación era la única opción para estudios de licenciatura en geología en el noroeste de México. Desde entonces, cientos de profesionales de la geología han egresado y se han incorporado en los diversos sectores de la actividad económica en la sociedad. Actualmente, se puede considerar como un programa maduro y consolidado, con reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional, prestigio alcanzado por el gran desempeño de sus egresados.

En los inicios, la opción de posgrado para los egresados de la Licenciatura en Geología solo se encontraba al exterior del estado (UNAM², IPN³, UANL⁴, CICESE⁵, etc.) o en el extranjero. Desde hace 27 años ya

² Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

³ Instituto Politécnico Nacional (IPN)

⁴ Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)

⁵ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

se cuenta con la oferta de la Maestría en Ciencias-Geología en la Universidad de Sonora. Este programa de maestría tiene la distinción de estar dentro del Programa Nacional de Posgrado de Calidad del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (PNPC, CONACyT), lo que permite la gestión de becas para sus estudiantes de tiempo completo y beneficiarse de los programas de movilidad estudiantil nacional e internacional. Al igual que el programa de licenciatura, el programa de maestría ha alcanzado su madurez y consolidación, y los egresados han tenido éxito en todos los ámbitos en los que se han incorporado, ya sea en la continuación de su formación académica o en el desempeño profesional, tanto en el sector educativo-investigación como en el sector productivo y de servicios. Esto ha dado un alto prestigio al programa, atrayendo así el interés de ingreso de estudiantes de perfiles afines a la geología, tanto de la entidad como del resto del país, incluso del extranjero. Esto muestra que el Departamento de Geología está en una excelente posición para crecer con un programa al máximo nivel académico: el Doctorado en Geociencias. De esta forma se cumpliría con el ciclo y a la vez se alcanzaría el objetivo final de todo programa académico.

La planta académica que atiende al programa de maestría, posee un alto grado de habilitación, casi la totalidad cuenta con doctorado, un alto porcentaje de la misma pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I.), todos con perfil deseable dentro del Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP). La mayoría de los integrantes de esta planta académica integrarán el Núcleo Académico Básico (NAB) del programa de doctorado.

Como ya se dijo antes, en Sonora y el resto del país existe una imperiosa necesidad de profesionistas de las Geociencias. Esto es debido a que han aumentado las necesidades del conocimiento de los recursos naturales no renovables, de nuevos yacimientos minerales. En este sentido, la posición geográfica de la Universidad de Sonora favorece la investigación en el tema de yacimientos minerales, ya que Sonora es uno de los estados con un contexto geológico altamente complejo y con gran producción minera.

Este proyecto curricular contempla un Doctorado en Geociencias, debido a que en éste se agruparían especialistas de varias ciencias (geología, física, matemáticas, biología, geofísica, hidrogeología e ingenierías afines) que confluirían en el desarrollo de proyectos de investigación en las Ciencias de la Tierra.

II.3. Pertinencia social del programa

a. Caracterización de la zona

Sonora es considerado el estado líder en productividad minera en el país (economiasonora.gob.mx/portal/minero). Es el productor principal de wollastonita, cobre, grafito, carbón antracítico y molibdeno. El 24% del oro del país se produce en minas de Sonora. Adicionalmente, en el sector de la minería no metálica, Sonora es un importante productor de barita, sílica, yeso, sal y zeolitas. La geología del estado ha sido la adecuada para la formación de una variedad de yacimientos minerales. La geología de Sonora ha capturado la atención tanto del sector productivo minero como de científicos nacionales y extranjeros. Al ser una entidad con gran potencial minero, también enfrenta grandes retos en el tema de medio ambiente, prospección geológica, y caracterización de yacimientos minerales. El estado de Sonora es el segundo más grande de México en extensión territorial. Cuenta con más de 5000 concesiones mineras que representan más de 43 mil kilómetros cuadrados, es decir, 23% de la superficie del estado. Para poder atender las demandas del sector productivo y de la sociedad, se requieren recursos humanos especializados. En la entidad, se cuenta con varios centros de educación superior que contribuyen con la formación de recursos humanos especializados, tanto en lo operativo como en investigación y desarrollo.

La Universidad de Sonora ofrece la única Licenciatura en Geología en la región. El programa presenta fortaleza en las áreas de Yacimientos Minerales y Petrología Endógena, contribuyendo también con disciplinas emergentes que están en consolidación como la Geología Ambiental/Hidrogeología y Cambio Climático con un enfoque en los sistemas en zonas áridas y semiáridas.

En México existen 19 programas de posgrado en áreas relacionadas con las Ciencias de la Tierra. De los programas de doctorado que se ofrecen en la zona noroeste del país, solamente la sede del Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM en la Estación Regional del Noroeste en Hermosillo se considera multidisciplinario. Por otra parte, el posgrado del CICESE en Ensenada, Baja California, está orientado a Geología y Geofísica. En este sentido, el Doctorado en Geociencias de la Universidad de Sonora se distinguirá por su fortaleza en las siguientes áreas: 1) Yacimientos Minerales, 2) Petrología Endógena, y 3) Geología Ambiental/Hidrogeología/Cambio Climático.

Entre las principales ventajas del Doctorado en Geociencias que se propone para la Universidad de Sonora se enumeran:

- Un plan de estudios que favorece la movilidad internacional y nacional de estudiantes con valor curricular.
- Plan de estudios que favorece la acción tutorial.
- Manejo de herramientas tecnológicas por parte de los estudiantes (operación directa de gran parte de equipos analíticos).
- Soporte académico sólido con los programas de licenciatura y maestría en la Universidad de Sonora afines a las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) del Doctorado (Ingeniería en Minas, Geología, Biología, Ingeniería Química en Metalurgia, Ingeniería Civil, Física, Matemáticas).

b. Problemas y necesidades

Las Geociencias proveen un enfoque integrado e interdisciplinario que nos permite comprender todo el planeta. Nuestras vidas y nuestra civilización dependen de que sepamos entender y administrar los recursos naturales de la Tierra. Los fenómenos naturales nos afectan a todos por igual. Los patrones climáticos influyen en la disponibilidad de recursos hidrológicos y en el potencial de incendios forestales. Los terremotos, erupciones volcánicas, huracanes e inundaciones pueden causar enormes daños y perjuicios económicos, así como la muerte de personas.

Así como la Tierra influye directamente sobre cada uno de nosotros como individuos, sociedades o naciones, nosotros también tenemos la capacidad de afectarla con nuestras actividades. La expansión tecnológica y el crecimiento de la población mundial traen como consecuencia un aumento en la demanda de recursos naturales. La extracción y el uso no controlado de estos recursos afectan el medio ambiente del planeta, creándose así nuevos problemas que las generaciones futuras deberán resolver. Debemos entonces prepararnos para obtener los conocimientos necesarios que nos permitan enfrentar y solucionar dichas problemáticas.

Las Geociencias nos permiten pensar globalmente y actuar a nivel local para tomar decisiones apropiadas sobre asuntos importantes para nuestras vidas, como individuos y como miembros de una sociedad. La gente que mejor entiende los procesos naturales que nos afectan podrá tomar mejores decisiones a la hora de escoger un lugar donde desarrollar nuevas poblaciones, evitando zonas de mayor riesgo. Podrán

también discutir sobre cuestiones de recursos de agua, planificación y desarrollo urbano, de seguridad nacional, cambio climático global y la gestión adecuada de los recursos naturales no renovables para su mejor conservación.

La enseñanza de las Geociencias contribuye al desarrollo de un pensamiento crítico, ofrece una perspectiva histórica y mejora nuestra habilidad para proyectar eventos futuros. Por ejemplo, para entender los procesos geológicos que nos afectan diariamente, los geólogos buscan evidencias de lo que sucedió en el pasado. Esto no solo conecta a los estudiantes con el pasado sino que los desafía a pensar en el futuro.

Los especialistas en Geociencias utilizan sus conocimientos para resolver diferentes problemas como: localizar nuevas fuentes de agua potable; en la exploración y localización de nuevos yacimientos de petróleo, gas natural, carbón y minerales económicos; en la cartografía de los océanos y en el estudio de las variaciones climáticas; en la búsqueda de nuevos materiales que necesitamos para construir nuestras ciudades, así como los minerales y nutrientes que se utilizan en los campos de cultivo.

México es un país con una tradición minera ancestral. Particularmente, Sonora ha tenido un papel determinante en el desarrollo de la actividad minera de México. La historia antigua y reciente del estado de Sonora está ligada a la minería (Bracamonte Sierra et al., 1997). El registro de actividad minera en el estado data desde los primeros asentamientos de las misiones jesuitas, con una acelerada expansión de 1880 a 1910 debido a la presencia de la empresa Cananea Consolidated Copper Company. Para principios del siglo XX, Cananea, Nacozari y Pilares conformaron la base de la estructura económica sonorenses debido a los yacimientos cupríferos en la región. La crisis mundial y a la caída del precio del cobre (1929-1932) afectaron esta actividad hasta su resurgimiento entre 1940 y 1970, debido al consumo de metales y minerales que generó la segunda guerra mundial y la posterior modernización tecnológica. En el transcurso hacia 1990, el volumen de producción minera en el estado se incrementó en 400%. Esto debido al auge relacionado con la exploración y explotación de yacimientos auríferos de baja ley y gran volumen. Como consecuencia, se asentaron en el estado una gran cantidad de empresas mineras, principalmente estadounidenses y canadienses.

El potencial geológico-minero del estado es muy favorable debido al interés actual en la actividad geológica prospectiva. Actualmente, la industria minera, en Sonora, enfrenta retos asociados a la exploración y explotación de una diversidad de yacimientos minerales (cobre, oro, grafito, wollastonita,

carbón y materia prima para industria cementera). Se requiere desarrollar metodologías de trabajo que integren aspectos tradicionalmente desvinculados en la actividad minera. Por ejemplo se puede mencionar la caracterización más detallada de los yacimientos minerales durante la etapa de exploración geológica. Generalmente no se realiza un diagnóstico detallado de los minerales asociados que no son de interés económico, pero que representan un posible riesgo al medio ambiente al sufrir fracturamiento y posterior lixiviación de forma natural.

Existe una importante contribución de las Geociencias en los procesos de beneficio de minerales y metales en la industria minera. En el Departamento de Geología se realiza investigación relacionada con el uso de herramientas de microscopía avanzada (barrido electrónico y analizador de liberación mineral) para la predicción de recuperación del oro en la zona de sulfuros primarios y la caracterización detallada de yacimientos minerales con técnicas innovadoras (Pérez-Segura et al., 2019; Ochoa-Landín et al., 2017).

Sonora es un estado con un clima semi-árido en gran parte de su extensión territorial. Los retos que enfrenta el gobierno, las empresas y la sociedad debido al cambio climático se relacionan con la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, la contaminación atmosférica y los procesos de erosión, así como la desertificación. La planta académica del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora ha participado activamente en el desarrollo de proyectos relacionados al cambio climático, recursos hídricos, geología ambiental y riesgos. Los retos ambientales, sociales y económicos que enfrenta Sonora se relacionan estrechamente con el aprovechamiento de sus recursos naturales en un escenario de cambio climático y crecimiento demográfico. En este sentido, los especialistas en Geociencias participarán activamente en la solución de los problemas regionales, esto debido a su visión integral de los procesos dinámicos terrestres.

c. Políticas públicas

El modelo de desarrollo que adoptó el gobierno mexicano a partir de los 80's con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, se centra en la apertura de la economía nacional, la reducción del Estado y la privatización de empresas estatales. La minería ha tenido un papel preponderante dentro de esta reorientación de la actividad económica, ya que empresas extranjeras y mexicanas han ampliado la exploración y explotación de los recursos naturales en México. Dentro del actual debate nacional sobre el Proyecto de nación, el papel de la participación de la sociedad en la preservación de los recursos naturales y el cuidado al medio ambiente en las zonas afectadas por la minería, resultan de especial importancia.

En este contexto, es importante generar recursos humanos altamente especializados y con conciencia social que puedan responder a la solución de problemas nacionales relacionados con la búsqueda y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, los cuales son una fortaleza de nuestro país.

II.4.Pertinencia práctica del programa

a. Mundo potencial de trabajo para egresados

En los Estados Unidos de Norte América hay más de 800 universidades que otorgan diplomas en Ciencias de la Tierra y casi la mitad de ellas ofrecen el diploma de maestría, que es el grado académico necesario para iniciar una carrera profesional (*American Geological Institute*). Sin embargo, la formación en Ciencias de la Tierra también construye las bases para desenvolverse en otras áreas, tal es así que casi la mitad de los graduados en Ciencias de la Tierra trabajan profesionalmente en áreas tan variadas como la ingeniería, derecho, análisis de sistemas y hasta la administración financiera.

El egresado del Doctorado en Geociencias estará capacitado para trabajar tanto en investigación en algunas de las especialidades de la geología, como en actividades aplicadas basadas en el conocimiento práctico adquirido. Algunas habilidades que podrá tener son: elaboración de mapas geológicos a diferentes escalas utilizando distintos métodos (sensores remotos, fotointerpretación geológica, mapeo de campo, perforaciones y sondeos, interpretación geológica de perfiles geofísicos, y otros). También podrá describir y analizar macro y microscópicamente muestras de rocas, sedimentos y suelos sobre el terreno, gabinete y en laboratorio, utilizando distintas técnicas. Investigar, procesar datos y hacer informes de estudios específicos o integrales referentes a algunas de las diferentes sub-disciplinas de la geología como: geología económica, geo-estadística, geodinámica, geología estructural, geología isotópica, geoquímica, geofísica aplicada, estratigrafía, paleontología, petrología, sedimentología, tectónica, vulcanología.

b. Empleadores potenciales

Los especialistas en Geociencias pueden trabajar para una gran variedad de organizaciones, incluyendo compañías mineras y petroleras, así como compañías de servicios a la minería, del medio ambiente y urbanismo. Trabajan también para agencias gubernamentales municipales, estatales y federales; así como en diversas instituciones docentes y académicas, tales como escuelas y universidades. Los especialistas en Geociencias también trabajan en industrias no tradicionales, tales como en el área de telecomunicaciones y planificación financiera, asesorando a organizaciones en cuestiones relacionadas

con las Geociencias que podrían influir en sus actividades. Ejemplo de instituciones potencialmente empleadoras son: empresas en proyectos de exploración de nuevos yacimientos minerales; empresas establecidas con minas en explotación; empresas contratistas de minería realizando trabajos subcontratados en exploración, hidrogeología, impacto ambiental, geotecnia y estudio de riesgos; consultor independiente; instituciones estatales relacionadas con minería o geología: Servicio Geológico Mexicano, Dirección de Minas, Fomento Minero, INEGI; instituciones estatales relacionadas con estudios de medio ambiente y agua: SEMARNAT, CONAGUA, CEA, SADER, CONABIO, CONAFOR, PROFEPA; instituciones estatales que se dedican a cartografía: INEGI, Servicio Geológico Mexicano, ASERCA, ICRESON; consultor de proyectos de inversión en minería y de impactos ambientales y riesgos de obras civiles; instituciones educativas y de investigación en áreas de Geociencias.

c. Programas similares

En México solo existen 19 programas de posgrado en áreas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y Geociencias (geología, geofísica, hidrogeología, oceanografía, etc.), pero solamente el posgrado que ofrece la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es multidisciplinario en Ciencias de la Tierra (Tabla 1). El Departamento de Geología de la Universidad de Sonora tiene un reconocido prestigio en el área de Yacimientos Minerales, Petrología Endógena Ígneo-Metamórfica, Estratigrafía y Geoquímica Ambiental. Varios profesores del núcleo académico básico del Programa de Maestría en Ciencias-Geología tradicionalmente imparten cursos y dirigen tesis a nivel de maestría y doctorado en el programa de posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM en su sede de la Estación Regional del Noroeste (ERNO).

Tabla 1.

Posgrados en Ciencias de la Tierra en México. M= Maestría, D= Doctorado. Se incluyen los posgrados con nivel de maestría como programas precedentes con estudiantes potenciales.

Institución	Nombre	Nivel	Disciplina o Área	Enfoque principal
UNAM	Posgrado en Ciencias de la Tierra	M D	-Geofísica de la Tierra Sólida. -Aguas Subterráneas, Exploración y Modelación. -Geología. -Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias	Incluye la mayoría de las disciplinas de Ciencias de la Tierra
CICESE	Posgrado en Oceanografía Física	M D	-Oceanografía y área afines	Oceanografía

CICESE	Posgrado en Ciencias de la Tierra	M D	-Geociencias ambientales -Geofísica aplicada -Geología -Sismología	Geología y geofísica
UABC	Maestría y Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera	M D	-Geología Costera -Manejo de Recursos Costeros -Oceanografía Física	Geología costera oceanografía
UdeG	Maestría en Ciencias en Hidrometeorología	M	-Oceanografía -Meteorología Física	Oceanografía y Atmósfera
UdeC	Maestría en Ciencias de la Tierra	M	-Geofísica -Geomática -Sismología y Vulcanología	Geología y geofísica
UdeG	Maestría en Ciencias en Geofísica	M	-Geofísica	Geofísica
UASLP	Maestría en Geología Aplicada	M	-Geología Aplicada	Geología
	Doctorado en Ingeniería de Minerales y Doctorado en Ciencias Ambientales	D	-Mineralogía -Geología Ambiental	Ciencias Ambientales Mineralogía
IPN	Maestría en Geociencias y Administración de los Recursos Naturales	M	-Geología petrolera. -Geología minera. -Riesgo geológico. -Administración de energía e hidrocarburos	Geología
UANL	Maestría en Ciencias Geológicas	M	-Geociencias	Geología e hidrogeología
	Doctorado en Ciencias con Orientación en Geociencias	D	-Geociencias	Paleontología, Estratigrafía.
UMSNH	Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio	M	-Geociencias (geología, geofísica, geomorfología y geohidrología)	Geología e hidrogeología
UACH	Maestría en Hidrología Subterránea,	M	-Hidrología subterránea	Hidrología
UAEM	Maestría en Ciencias del Agua	M	-Hidrología -Tratamiento de aguas y control de la contaminación -Gestión integrada del agua	Hidrología
IMTA	Maestría y Doctorado en Hidrometeorología y Meteorología Operativa,	M D	-Hidrología -Hidrometeorología -Meteorología Operativa	Hidrología y meteorología
UASLP	Maestría en Hidrosistemas	M	-Ingeniería Ambiental -Hidrogeología -Irrigación	Hidrología y ambiental
CP	Maestría y Doctorado en Ciencias en Hidrociencias	M D	-Agrometeorología, -Impacto Ambiental, -Ingeniería de Riego y Drenaje, -Ingeniería y Administración de Recursos Hidráulicos	Hidrología y ambiental
ITSON	Maestría en Administración de Recursos Naturales	M	-Manejo de Cuencas Hidrológicas. -Hidrología -Conservación de los recursos hídricos -Conservación del medio ambiente -Conservación de los ecosistemas	Hidrología y ambiental

ITSON	Doctorado en Ciencias	M D	Hidrología y conservación de los recursos hídricos -Medio ambiente y conservación de los ecosistemas -Agroalimentos y conservación post-cosecha	Hidrología y ambiental
IPICYT	Posgrado de Ciencias Ambientales	M D	-Ingeniería Ambiental -Cambio Ambiental Global -Ecología y Manejo de Recursos Naturales	Ambiental y manejo de recursos naturales
UdeG	Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales	M	-Manejo de recursos naturales agropecuario, forestal -Conservación y manejo de áreas naturales protegidas -Procesos de desarrollo regional y comunitario -Aprovechamiento de recursos naturales	Manejo de recursos naturales

Abreviaturas:

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México
 CICESE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
 UABC: Universidad Autónoma de Baja California
 UdeG: Universidad de Guadalajara
 UdeC: Universidad de Colima
 IPN: Instituto Politécnico Nacional
 UMSNH: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
 UACh: Universidad Autónoma de Chihuahua
 UAEM: Universidad Autónoma del Estado de México
 IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
 CP: Colegio de Posgraduados
 IPICYT: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

d. Demanda previsible

En Sonora existen cuatro programas a nivel licenciatura relacionados con las Ciencias de la Tierra, y al menos tres de ellas (Licenciatura en Geología, Ingeniería en Minas, Ingeniería en Geociencias) se encuentran consolidadas debido a que dichos programas tienen alrededor de 30 años de desarrollo. Adicionalmente, existen programas de maestrías como: (i) Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora; (ii) Hidrogeología, Conservación de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Ecosistemas del Instituto Tecnológico de Sonora; (iii) Maestría en Ciencias de la Tierra de la Universidad Nacional Autónoma de México con su sede del Instituto de Geología en la Estación Regional del Noroeste en Hermosillo, Sonora. Aunado a estas maestrías, se tienen los posgrados en Física, Matemáticas, e Ingenierías de la Universidad de Sonora, todos con estudiantes potenciales para ingresar al Doctorado en Geociencias. El programa de Maestría en Ciencias-Geología tiene 141 egresados, de los cuales 34 han continuado a estudios de doctorado, lo que representa un 24 %. De 2017 a la fecha hay 41 egresados del Programa de Maestría en Ciencias-Geología que son estudiantes potenciales a ingresar a un programa de doctorado. De acuerdo al documento Estudio de egresados de posgrado de la Universidad de Sonora (2017), el 10% de los encuestados considera continuar su formación al doctorado.

e. Análisis del plan de estudios propuesto

En comparación con los programas existentes, el Doctorado en Geociencias de la Universidad de Sonora ofrece mayor flexibilidad curricular. El total de los cursos obligatorios del plan de estudios no son clases presenciales. El contenido de estos cursos es diseñado en función del proyecto de tesis, bajo la guía y supervisión de un Comité Tutorial asignado desde el ingreso del estudiante al programa. Es así como se establece un plan de trabajo que favorece la movilidad, la colaboración con otros grupos de investigación, el autoaprendizaje y el trabajo en equipo.

Para lograr esto, se establece como requisito de ingreso un anteproyecto de tesis, que el estudiante desarrolla junto a su director de tesis previamente a solicitar su admisión al programa. Este documento es revisado por el Comité Tutorial, integrado por expertos en el tema de la tesis. El plan de estudios ofrece un catálogo de cursos optativos para aquellos estudiantes que, a juicio de su Comité Tutorial, requieran clase presencial.

Este programa de doctorado basa su operación en la actividad tutorial, lo que permite un mayor comunicación del estudiante con investigadores con experiencia. La actividad tutorial se extiende hacia la formación del estudiante como investigador, no tiene como objetivo solamente el desarrollo de un documento de tesis. Por este motivo, el plan de estudios incluye dos cursos orientados a enseñar y guiar al estudiante en el proceso de generación y publicación de un artículo. Estos dos cursos son desarrollados por el estudiante en conjunto con su Comité Tutorial y el producto esperado es la publicación de al menos un artículo.

El diseño del plan de estudios también favorece la movilidad y la titulación dual con instituciones con las que la Universidad de Sonora mantiene convenios. Es el Comité Tutorial quien decide, en base su experiencia y colaboración con otras instituciones, las estancias que debe realizar el estudiante. Estas actividades permiten mejorar las competencias del estudiante al practicar su comunicación en otro idioma, acceder a infraestructura analítica distinta, o integrarse a otros grupos de trabajo. Además se fortalecen los vínculos de colaboración entre los profesores miembros del Comité Tutorial y los investigadores externos.

Para asegurar la eficiencia terminal, el plan de estudios contempla cuatro cursos obligatorios de Avance de Tesis. El producto a evaluar al término de cada curso, es el documento de la tesis en sus distintas etapas. Los avances esperados se establecen claramente en la hoja informativa del curso. Esto permite que el Comité Tutorial lleve a cabo una revisión semestral del documento por lo que se espera que el primer borrador de documento de tesis esté finalizado al concluir el cuarto curso de Avance de Tesis.

f. Enfoque

El Doctorado en Geociencias de la Universidad de Sonora pretende formar personal competitivo a nivel internacional, capaces de resolver problemas, planear, e investigar en las ramas de las Ciencias de la Tierra, tales como: la Geología, la Hidrogeología y las Ciencias Ambientales. Las Geociencias son altamente interdisciplinarias debido a que se alimentan de la mayoría de las ciencias fundamentales como la Física, Matemáticas, Química, Geografía, Geología y Biología, así como algunas aplicadas como las Ciencias Computacionales, Geoquímica, Geofísica, Hidrogeología, etc. para abordar y resolver los problemas dinámicos y complejos que presenta el Sistema Tierra.

II.5. Pertinencia teórica del programa

a. Estado del arte disciplinar

La Geología es la ciencia que se ocupa del estudio de la Tierra, su origen y transformaciones, los materiales que la forman, su distribución en el espacio y tiempo, así como los procesos de transformación que experimentan. La complejidad de las Geociencias radica en que poseen un componente histórico (origen y evolución). El naturalista Nicolás Steno, en el XIX, deja claro el objeto de estudio de la Geología, así como el principio metodológico para reconstruir el pasado en base a pruebas físicas (estratos, sedimentos, fósiles) encontradas en el presente (Pelayo, 1996). Las Geociencias se basan en la observación, de lo que surge el análisis descriptivo y sistémico (composición, estructura), pero que también es dinámico y predictivo (Predinaci y Berijillos, 1994).

La Geología tiene como objeto material de estudio a la Tierra, sin embargo, lo hace a partir de su segregación en otros objetos materiales como son: (i) elementos que la componen que pueden ser sólidos (ejemplos son las rocas, minerales, fósiles); (ii) líquidos o fluidos (ejemplos son el magma, agua, petróleo) y (iii) gaseosos (ejemplo son los gases volcánicos, la atmósfera). Las Geociencias centran su estudio en la estructura e interacción entre estos elementos y las transformaciones externas (procesos exógenos) e internas (procesos endógenos). Las Geociencias cubren un campo de investigación más amplio que las Geología, cubriendo áreas como la meteorología, oceanografía, edafología, ciencias ambientales, hidrología, ciencias atmosféricas y planetarias.

La evolución de las Geociencias en México se caracteriza por seis períodos (González-Torres, 2004): (i) 1904-1909 se establecen las bases de la geología moderna en las que la actividad académica se centra en la elaboración de un bosquejo geológico de México (Santillán, 1940), los científicos participan en la exploración de hidrocarburos y se funda la Sociedad Geológica Mexicana (Morán-Zenteno y Lomnitz, 2000). (ii) 1910-1928 hay un período de receso debido al inicio del movimiento de revolución en México con una suspensión en la publicación del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana de 1912 hasta 1936. (iii) 1929-1955 se da una transición gradual y un enfoque de estudios geológicos hacia la exploración de hidrocarburos debido a la nacionalización de la industria petrolera. (iv) 1956-1975, en esta época se da el desarrollo más acelerado de la geología en México debido a su importancia en las reconstrucciones paleogeográficas. (v) 1976-1991, la geología de México es revalorada en el marco de la teoría de la tectónica de placas. Debido a la importancia de México en la reconstrucción del supercontinente Pangea, confluyen en el país varias corrientes de pensamiento geológico (Tardy et al, 1975; Demant, 1978; Rangin, 1978). En los años 70 varios estudiantes franceses realizan tesis doctorales en México y mexicanos realizan estudios de posgrado en Francia. Investigadores de universidades de los Estados Unidos (McDowell & Clabaugh, 1979; Cameron, 1980; Coney, 1983; Ruiz et al, 1988; Sedlock et al, 1993) y Alemania (Negendak et al, 1985) trabajan en las grandes provincias magmáticas de México. Como resultado de estas colaboraciones se desarrollan disciplinas como la Geofísica, Paleomagnetismo, Sismología, Geoquímica y se establecen centros de educación superior en Ciencias de la Tierra en el país. Destacan el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), en 1973; el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora (UNISON), en 1974; las carreras de Geología y Geofísica del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, en 1975; la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en 1981; la carrera de Ingeniero Geólogo en la Universidad Autónoma de Chihuahua, en 1981; y la Escuela de Ciencias de la Tierra en Taxco, Guerrero en 1985. Estos centros de educación superior se caracterizan por un vínculo estrecho con la industria petrolera y el sector minero. (vi) 1992-2004, a partir de este período ocurren grandes integraciones y el trabajo multidisciplinario se destaca. En particular, ocurre una apertura a capitales extranjeros en el sector minero, lo que trajo como consecuencia el descubrimiento y explotación de yacimientos minerales de oro en el estado de Sonora.

En las últimas décadas, la investigación geológica en México ha sido gradualmente fortalecida con la interacción multidisciplinaria de las Ciencias de la Tierra (Centeno-García, 2017; Ortega-Gutiérrez et al., 2018; Rincón-Molina et al., 2020; Sosa-Echeverría et al., 2020).

Actualmente, la mayoría de los programas de posgrado⁶ en México y en el mundo incluyen tres esferas de conocimiento que se relacionan con las LGAC de la planta docente del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora: (i) la Tierra Sólida ó Procesos Litosféricos, que agrupa disciplinas como la Geomorfología, Geofísica, Geodesia, Geodinámica, Estratigrafía, Geología Regional, Geología Estructural, Tectónica, etc. (Madhavaraju et al., 2019; Vega-Granillo et al., 2019; Cuen-Romero et al., 2019; Cuen-Romero et al., 2018; Santiago-Bautista et al., 2019), (ii) los materiales terrestres y su química, incluyendo a la Biogeoquímica, Geoquímica, Geocronología, Recursos Minerales, Mineralogía y Petrología (Joshi et al., 2019; Galindo-Ruiz et al., 2018; Madhavaraju et al., 2017), y (iii) el clima en la Tierra y sus ecosistemas ó Dinámica terrestre superficial, que incluye a la Geoarqueología, Medio Ambiente, Cambio Climático, Biogeoquímica, Paleoclimatología, Palinología, Sedimentología (González-Grijalva et al., 2019; Callegary et al., 2018; Meza-Figueroa et al., 2018). La tendencia de los programas de doctorado en Ciencias de la Tierra es integrar distintos campos de conocimiento. Este enfoque, permite un entendimiento global de los procesos que llevan a la evolución de la Tierra.

Las LGAC que actualmente se trabajan en el Programa de Maestría en Ciencias-Geología y que desarrollan los profesores del Núcleo Académico Básico, se relacionan principalmente con las esferas del conocimiento mencionadas.

b. Justificación de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Las LGAC consideradas para el Programa de Doctorado en Geociencias son: 1) Geología, 2) Geociencias Aplicadas. Las LGAC se evidencian a través de las temáticas de tesis de los estudiantes, se desarrollan por los profesores del núcleo académico básico (NAB) del programa y se asocian a los cuerpos académicos actuales, que participan directa e indirectamente en el programa. Los cuerpos académicos reconocidos formalmente por P.R.O.D.E.P. y con integrantes que forman el NAB son: UNISON-CA-41 Geoquímica,

⁶ UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra: <http://www.pctierra.unam.mx/>

The University of Arizona, Geosciences Graduate Program: <https://www.geo.arizona.edu/>

The University of British Columbia, Canadá. Earth Sciences: <https://www.eoas.ubc.ca/>

Macquarie University, Australia. Earth and Planetary Sciences: <https://www.mq.edu.au/about/about-the-university/faculties-and-departments/faculty-of-science-and-engineering/departments-and-centres/departments-of-earth-and-planetary-sciences>

CICESE, Ensenada, BC. Posgrado en Ciencias de la Tierra: <https://posgrados.cicese.mx/cienciasdelatierra>

petrología, geodinámica, metalogenia y geofísica aplicada (consolidado); UNISON-CA-167 Estratigrafía, geodinámica externa y análisis de cuencas (en consolidación); UNISON-CA-143 Ciencia y tecnología del agua (en consolidación); y UNISON-CA-87 Metalurgia, Materiales y Medio Ambiente (consolidado). Las LGAC son:

- (1) **Geología:** Tectónica, geoquímica y petrología endógena (ígneo-metamórfica), estratigrafía, paleontología, análisis de cuencas, cartografía geológica.
- (2) **Geociencias Aplicadas:** Yacimientos minerales, metalogenia, geología ambiental, riesgos geológicos, geología urbana, hidrogeología, hidrometeorología e interacción superficie atmósfera.

II.6. Conclusiones

El Departamento de Geología ha alcanzado en sus 44 años de existencia, un nivel de madurez y consolidación académica reconocida a nivel nacional. La participación activa de profesores del Departamento de Geología en la solución de problemas regionales y nacionales, principalmente relacionados con la industria minera, recursos hídricos y problemas ambientales, así como en el desarrollo de la ciencia básica es muestra de la experiencia y reconocimiento a su planta docente. Esto se refleja en el reconocimiento al Programa de Maestría en Ciencias-Geología al incluirlo en el PNP, así como la acreditación del Programa de Licenciatura por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). Esto genera condiciones para iniciar un programa competitivo de doctorado con posibilidades de ingresar al PNP en el corto plazo.

II.7. Fuentes de consulta

- Callegary JB et al. (2018). Findings and lessons learned from the assessment of the Mexico-United States transboundary San Pedro and Santa Cruz aquifers: The utility of social science in applied hydrologic research. *Journal of Hydrology: Regional studies* 20: 60-73
- Cameron M et al. (1980). Petrogenesis of voluminous mid-Tertiary ignimbrites of the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 74: 271-284
- Centeno-García E (2017) Mesozoic tectono-magmatic evolution of Mexico: An overview. *Ore Geology Reviews* 81: 1035-1052
- Coney PJ. (1983). Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo* 15: 6-15
- Cuen-Romero et al. (2018). Trilobite-based biostratigraphy (arthropoda-trilobita) and related faunas of the Cambrian from Sonora, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences* 83: 227-236

- Cuen-Romero et al. (2019) Paleocology of cambrian communities of central Sonora, Mexico: Paleoenvironmental and biostratigraphic considerations. *Journal of South American Earth Sciences* 92: 631-645
- Demant A. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista* 2: 172-187
- Demant A., & Robin C. (1975). Las fases del volcanismo en México: una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista* 1(1): 70-83
- Galindo-Ruiz J et al. (2018). Geochemistry of siliciclastic rocks of the Corral de En medio Formation and Camas Sandstone, Cabullona basin, Sonora: Paleoweathering and provenance. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 35(2): 188-202.
- González-Grijalva B et al. (2019). The role of soil mineralogy on oral bioaccessibility of lead: Implications for land use and risk assessment. *Science of the Total Environment* 657: 1468-1479
- González-Torres E. (2004). Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904-2004). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Volumen Conmemorativo del Centenario Aspectos Históricos de la Geología Mexicana LVII(2):123-136.
- Guía para el Diseño de Nuevos Planes de Estudio y Reestructuración de Programas de Posgrado (2018). Dirección de Investigación y Posgrado, Secretaría General Académica, Universidad de Sonora. 11 páginas.
- Gobierno del Estado de Sonora, Secretaría de Economía (2019). economiasonora.gob.mx/portal/minero
- Joshi G et al. (2019) Uranium enrichment at North Almora Thrust Zone, Kumaun Lesser Himalaya, Uttarakhan, India. *Journal of Earth System Science* 128(8): 212
- Madhavaraju J et al. (2019) Detrital zircon record of Mesozoic volcanic arcs in the Lower Cretaceous Mural Limestone, northwestern Mexico. *Geological Journal* 54(4): 2621-2645
- Madhavaraju J et al. (2019). Mineralogy and geochemistry of the Lower Cretaceous siliciclastic rocks of the Morita Formation, Sierra San José section, Sonora, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences* 76: 397-411
- McDowell FW & Clabaugh SE. (1979). Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of western Mexico, en Chapin, CE, Elston WE (eds.), *Ash-flow tuffs: Boulder, Colorado*, Geological Society of America, Special Paper 180: 113-124
- Meza-Figueroa D et al. (2018). Source apportionment and environmental fate of lead chromates in atmospheric dust in arid environments. *Science of the Total Environment* 630: 1596-1607
- Morán-Zenteno D & Lomnitz C. (2000). Las Ciencias de la Tierra en México, en Menchaca A. (coord.), *Las ciencias exactas en México: México*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica, Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada.
- Negendak J et al. (1985). Geological and geochemical investigations on the Eastern Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional* 24: 477-575.
- Ochoa-Landín LH et al. (2017). Geology and geochemistry of the Suaqui Verde deposit: A contribution to the knowledge of the Laramide porphyry copper mineralization in south central Sonora, Mexico. *Ore Geology Reviews* 81(1): 1158-1171
- Ortega-Gutiérrez F et al. (2018). The pre-Mesozoic metamorphic basement of Mexico, 1.5 billion years of crustal evolution. *Earth Science Reviews* 183: 2-37

Pelayo F (1996). Teorías de la Tierra y sistemas geológicos: un largo debate en la historia de la Geología. *Asclepio: Revista de historia de la medicina y de la ciencia* 48(2):21-52

Pérez-Segura E et al. (2019). Geometallurgical test for the recovery of gold from the primary sulphide zone of La Herradura mine, Sonora, Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* Vol 71(1): 139-168

Predinaci E & Berjillos P. (1994). El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de la Ciencias* 11(3): 315-323

<https://maestriageologia.unison.mx/tesis-y-tutoria/>

Rangin C. (1978). Consideraciones sobre la evolución geológica de la parte septentrional del estado de Sonora, en: Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero del estado de Sonora, Libro Guía: Hermosillo, Sonora, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología: 35-56

Rincón-Molina CI et al. (2020). Plant-growth promoting potential of bacteria associated to pioneer plants from an active volcanic site of Chiapas (Mexico). *Applied Soil Ecology* 146, 103390

Ruiz J et al. (1988). Nd-Sr isotopic composition of lower crustal xenoliths, Evidence for the origin of mid-Tertiary felsic volcanics in Mexico, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 99: 36-43.

Santiago-Bautista JA et al (2019). Linkages between the Aptian-Albian marine facies in Chihuahua and Sonora, Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 71(3): 657-689

Santillán M. (1940). El Instituto Geológico como dependencia de la Universidad Nacional de México: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología 25p, 1 lámina.

Sedlock R et al. (1993). Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 278, 153 p.

Sosa Echeverría R, et al. (2020) Sulfur and nitrogen compounds in wet atmospheric deposition on the coast of the Gulf of Mexico from 2003 to 2015. *Science of the Total Environment* 700, 134419

Tardy M et al. (1975). Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental. La aloctonía del conjunto Cadena Alta-Altiplano Central, entre Torreón, Coahuila y San Luis Potosí, S.L.P., México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista* 1(1): 1-11

Vega-Granillo R et al. (2019). The Alamos Metamorphic Complex, evidence of late Paleozoic collision between Laurentia and Gondwanan blocks in northwestern Mexico. *International Journal of Earth Sciences* 108(3): 1013-1027

III. OPERACIÓN DEL PROGRAMA

III.1.Marco Jurídico

De acuerdo al Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021 (<http://www.investigacion.uson.mx/wp-content/uploads/2018/02/pdi2017-2021.pdf>), en su objetivo prioritario 3.4, se establece la creación de nuevos programas educativos, a nivel licenciatura y posgrado, basados en estudios que permitan garantizar

su pertinencia social, de manera que se atienda tanto la demanda de profesionales, científicos y humanistas que plantea el entorno local y la vocación de los jóvenes sonorenses, contribuyendo con ello al crecimiento y reorientación de la matrícula de la Institución. Este documento se elaboró considerando la documentación institucional de carácter normativo: (i) Procedimiento para el diseño y aprobación de nuevos planes de estudio de nivel posgrado (2018); (ii) Guía para el diseño de nuevos planes de estudio y reestructuración de programas de posgrado (2018); (iii) Políticas para el desarrollo del posgrado en la Universidad de Sonora (2018) publicados por la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad de Sonora. Asimismo, se contemplaron los criterios que permitirán, en su momento, el registro del programa en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT). Este documento contiene los requisitos publicados en el Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora (REP). En el mismo, también se incorporan aspectos no contemplados explícitamente en el REP, que han surgido de la práctica operativa del Programa de Maestría en Ciencias-Geología, para cumplir con las reglas de ingreso y permanencia establecidas para los Programas de Posgrado en el PNPC, así como la reglamentación de las Becas Nacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). En la reglamentación universitaria, el REP es de mayor jerarquía y sus límites normativos deben ser respetados.

Este programa de doctorado busca contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel, así como impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente. De acuerdo a lo establecido en el documento “Políticas para el desarrollo del Posgrado en la Universidad de Sonora” de la Dirección de Investigación y Posgrado, se buscará “contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado”.

III.2. Proceso de selección de alumnos

El proceso para la selección de candidatos se establece en una convocatoria anual e incluye los siguientes requisitos:

- 1)** La admisión es sujeta a la disponibilidad de directores y tutores del posgrado para fungir como director de tesis y/o tutor académico.

- 2) El aspirante deberá poseer el grado de maestría en áreas afines a las Geociencias.
- 3) El aspirante deberá haber aprobado las asignaturas de un plan de estudio de maestría con un promedio mayor a 80 o equivalente.
- 4) Los aspirantes a ingresar al programa deben presentar un plan de trabajo ante el coordinador del programa que contenga un anteproyecto de tesis y el plan de materias que llevará para cumplir con el mínimo de créditos requeridos por el programa, avalados por el profesor que asumirá la tutoría del alumno y/o la dirección de la tesis.
- 5) Los anteproyectos de tesis deben ser aprobados por la Comisión académica del posgrado y cumplir con los siguientes puntos: 1) Orientación a investigación, ya sea como generación de conocimiento o aplicación del método científico. El anteproyecto de tesis deberá contemplar la generación de resultados factibles de publicarse en una revista científica del catálogo SCI, JCR, SCOPUS, ya que esto será un requisito de egreso. 2) Línea de investigación afín al programa. 3) Objetivos claros y alcance delimitado. 4) Factible de realizarse durante el plazo máximo de cuatro años que establece la duración del programa. 5) Disponibilidad de recursos e infraestructura necesarios para llevar a cabo el proyecto
- 6) La Comisión Académica del Programa evalúa la competencia del aspirante para realizar estudios de posgrado, a través de una entrevista individual por medio de una presentación del aspirante de su ante-proyecto de tesis.
- 7) El aspirante debe aprobar un examen de admisión en el que se demuestre tener conocimientos generales de geología.
- 8) El aspirante debe demostrar suficiencia del idioma inglés obteniendo al menos 481 puntos de examen TOEFL, y obtener un mínimo de 1000 pts en examen de conocimientos y aptitudes EXANI III del CENEVAL
- 9) Se considerará un puntaje ponderado, analizado y aplicado de manera objetiva por la Comisión Académica del Programa considerando: Anteproyecto 40%, Entrevista 30%, Examen de admisión 30%.

III.3. Tipo de alumnos

Los estudiantes del programa deberán tener dedicación completa al programa y a las actividades afines a él. En caso de que la CAP lo considere, en base a las aptitudes y curriculum del solicitante, se podrá aceptar estudiantes de tiempo parcial.

III.4. Periodicidad

La convocatoria de ingreso al Doctorado en Geociencias será anual.

III.5. Requisitos de ingreso

Para ser considerado candidato a ingresar al Doctorado en Geociencias, el solicitante deberá presentar los siguientes documentos y cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitud de ingreso al posgrado
- Título profesional o diploma de grado de maestría, o acta de examen
- Acta de nacimiento, identificación oficial (credencial de elector y CURP) y tres fotografías tamaño infantil.
- Currículo con comprobantes
- Dos cartas de recomendación de académicos reconocidos
- Propuesta de investigación (anteproyecto de tesis) avalada por un profesor miembro del núcleo académico básico de este posgrado.
- Carta de un profesor que cumpla con los requisitos para ser director(a) de tesis, en la que manifiesta su disponibilidad para dirigir la tesis.
- Carta compromiso de dedicación exclusiva al programa de doctorado, en el caso de estudiantes de tiempo completo.
- Estar titulado de una maestría afín a las Geociencias con un promedio mínimo de 80 o equivalente.
- Aprobar un examen de admisión en el que se demuestre tener conocimientos generales de las Geociencias.
- Demostrar suficiencia del idioma inglés. Documento oficial TOEFL, 481 puntos.
- Realizar examen de conocimientos y aptitudes EXANI III del CENEVAL (con mínimo de 1000 puntos).

III.6. Requisitos de permanencia

a. Evaluación del desempeño académico de los estudiantes.

Los estudiantes serán evaluados en cada semestre a través de las siguientes opciones: (1) examen semestral, por el Comité Tutorial, relacionado con los contenidos de cada asignatura; y (2) evaluación del documento

asociado a cada curso. De acuerdo a los procedimientos de evaluación establecidos en este programa, las asignaturas obligatorias son acreditables (art. 52 del REP). Las actividades de investigación las propone el tutor en conjunto con el Comité Tutorial. El Comité Tutorial del estudiante, junto con su director de tesis, son los encargados de dar seguimiento a su trabajo de investigación, el cual se analiza y evalúa semestralmente después de una presentación oral de avance de investigación.

Como apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje, se hace uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) con el apoyo de la plataforma informática de la Universidad de Sonora, que permite la conectividad alámbrica y remota a cada estudiante, facilitando la búsqueda de material bibliográfico, la transferencia de materiales de consulta, así como la presentación de trabajos y reportes. Como apoyo a algunos de los cursos optativos del programa, se podrá utilizar la plataforma “moodle” en la cual se encuentra material electrónico diverso y pueden desarrollarse actividades vía electrónica. El uso de las TIC bajo ninguna circunstancia se considera un sustituto del contacto maestro-estudiante, sino un buen facilitador recomendado para hacer más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El desempeño académico de los estudiantes es evaluado utilizando criterios, normas y procedimientos que son previamente conocidos y que se aplican de manera coherente. De acuerdo con lo anterior, los instrumentos y procedimientos para la evaluación del desempeño académico del estudiante durante sus estudios están claramente establecidos en el plan de estudios y son transparentes.

b. Dedicación exclusiva de los estudiantes al programa.

Los estudiantes de tiempo completo del programa deben tener dedicación exclusiva al programa y a las actividades afines a él. Además la Universidad de Sonora apoya la participación de los estudiantes en eventos académicos que formen parte de sus actividades de trabajo y prácticas académicas que impliquen la publicación conjunta con sus tutores.

Como requisito de permanencia del programa de doctorado se requiere:

- Aprobar con un mínimo de 80 (en el caso de las materias optativas) o acreditar las materias obligatorias cada semestre.
- Cumplir con el plan de trabajo autorizado semestralmente por el Comité Tutorial.
- Cumplir con cada una de las reuniones semestrales de evaluación, así como seminarios.
- Aprobar las evaluaciones semestrales ante el Comité Tutorial.

III.7. Requisitos de egreso y obtención del grado

El Doctorado en Geociencias tendrá una duración total máxima de cuatro años, con un tiempo extendido de titulación de 4.5 años, de acuerdo a la normatividad del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora, (Artículo 11, REP) y un mínimo de 195 créditos (Artículo 35, REP). El alumno que no finalice su trabajo de tesis a los 48 meses podrá optar por una ampliación de hasta dos semestres adicionales (12 meses). Esta solicitud de ampliación deberá ser avalada por el Comité Tutorial especificando las actividades a realizar en la ampliación solicitada. La solicitud de ampliación deberá ser solicitada a la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

Para obtener el grado de doctorado (Artículos 66 y 67, REP) se requiere:

- Aprobar el total de los créditos
- Presentación de una tesis individual por parte del estudiante, que contenga necesariamente una investigación original que permita el progreso del conocimiento del área o disciplina en la que se lleva a cabo.
- Contar con al menos un artículo aceptado (en el tema de la tesis) en una revista científica indizada JCR, SCI, o SCOPUS.
- Aprobar el examen de grado ante un jurado nombrado ex profeso.
- Cumplir con las disposiciones y requisitos exigidos por la Dirección de Servicios Escolares para la expedición del grado.

III.8. Mecanismos de tránsito entre los niveles formativos

El programa de Maestría en Ciencias-Geología cuenta con nivel de Consolidado en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad. Este programa recibe un número importante de solicitudes de ingreso por parte de egresados del programa de Licenciatura en Geología de la Universidad de Sonora. Debido a que la mayor parte de los profesores del Núcleo Básico del Programa de Maestría imparten cátedra y dirigen tesis en el Programa de Licenciatura, es común la incorporación de estudiantes a proyectos de investigación por lo que varios muestran interés en continuar su formación en la misma institución a nivel de posgrado. Esto ha permitido también la reducción de los tiempos de titulación en el posgrado ya que el estudiante en realidad continúa sus estudios en temas de investigación que desarrolla desde la licenciatura. Para el ingreso al programa de Doctorado, será posible detectar aquellos aspirantes que al mostrar una excelente trayectoria académica en la maestría, representen candidatos óptimos. En los casos de aspirantes que son egresados del programa de Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora, la Comisión

Académica (CAP) tendrá la responsabilidad de seleccionar los mejores prospectos y el Comité Tutorial dará seguimiento al programa particular de trabajo de cada candidato buscando favorecer la movilidad para complementar su formación en instituciones nacionales o del extranjero a través de los convenios existentes o desarrollando nuevos.

Para alumnos egresados del programa de Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora se obviarán los siguientes requisitos expuestos en el apartado III.5 Requisitos de ingreso

- Aprobar un examen de admisión en el que se demuestre tener conocimientos generales de Geología.
- Demostrar suficiencia del idioma inglés. Documento oficial TOEFL, 481 puntos.
- Realizar examen de conocimientos y aptitudes EXANI III del CENEVAL (con mínimo de 1000 puntos).

III.9. Sistema de tutorías

El seguimiento de la trayectoria escolar de los estudiantes del programa de posgrado desde su ingreso hasta su egreso, está sustentado en el sistema tutorial, el cual garantiza la atención personalizada, frecuente y regular de los estudiantes y que funciona desde que el estudiante inicia sus estudios con el objetivo de detectar con oportunidad problemas que puedan derivar en el rezago, abandono de estudios o la graduación no oportuna. Al aprobarse el ingreso del estudiante se le asigna un tutor académico, quien lo orientará durante su permanencia en el programa (Art. 24 del REP). Este sistema de tutorías se aplicará de forma obligatoria para todos los estudiantes inscritos en el programa con la finalidad de asegurar que el estudiante termine el programa en los tiempos establecidos. Cuando el estudiante es aceptado al programa, el coordinador académico propone, a la Comisión Académica del Programa, un tutor de seguimiento académico y un Comité Tutorial (Art. 26 del REP), quienes son responsables de dar orientación general al estudiante y sobre todo asesoría para diseñar su plan de actividades académicas. El tutor de seguimiento académico es designado de entre los profesores del núcleo académico básico, y puede convertirse en el director de tesis del estudiante (Art. 28 del REP). Para la asignación y ubicación del tutor el coordinador de programa tomará en cuenta los siguientes criterios: a) la preferencia temática del estudiante según su carta de exposición de motivos y la entrevista con el comité de ingreso, b) la consistencia con las LGAC del programa, c) el equilibrio en la distribución de estudiantes a los miembros del núcleo básico y d) la afinidad temática entre los proyectos de los tutores y el tema del estudiante. El seguimiento de la actividad

tutorial se registra con la finalidad de observar la responsabilidad y avance de los proyectos de los estudiantes, así como para verificar la participación activa de los tutores (Art. 26, REP).

Para que el estudiante cumpla adecuadamente el programa académico, deberá contar con un tutor y director de tesis (que puede ser el mismo profesor) así como con un Comité Tutorial. Dicho comité estará integrado por el tutor, director de tesis, al menos un integrante externo a la institución y dos profesores de la institución, todos con el grado de doctorado. El Comité Tutorial se reunirá semestralmente, para orientar y evaluar el desempeño del estudiante. Además, el Comité Tutorial podrá ser el mismo que constituya el jurado de examen de grado ó comité de tesis (Art. 27 del REP).

Una vez aceptado el estudiante en el Programa, el Coordinador del Programa, de acuerdo con el Artículo 18, fracción VI del REP, le asignará un tutor y un Comité Tutorial que deberá ser aprobado por la Comisión Académica del Programa (Art. 16, REP). Los miembros del Comité Tutorial podrán ser profesores adscritos al programa de posgrado (Art. 23, REP) o externos. Los comités tutoriales cuentan con una amplia libertad para guiar a los estudiantes durante su formación académica. Al final del primer semestre el estudiante presentará a los integrantes del comité su anteproyecto de tesis y los avances del primer semestre. Al final de cada semestre, el estudiante tendrá una reunión formal con su Comité Tutorial donde expondrá los avances y el comité evaluará el progreso y sugerirá las actividades académicas del siguiente semestre.

Podrá ser tutor académico cualquier profesor del núcleo básico del posgrado que sea acreditado por la Comisión Académica (Art. 23, REP).

a. Obligaciones del Tutor Académico

Con base en lo establecido en el artículo 24 del REP, el tutor académico tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el alumno, el plan individual de actividades académicas que éste seguirá, de acuerdo con el plan de estudios y darle seguimiento al desempeño del alumno hasta su defensa de tesis. El tutor es el responsable académico del alumno, así como el principal supervisor de sus actividades de investigación. La función fundamental del tutor es diseñar el plan de trabajo del estudiante admitido, supervisar su desarrollo académico y asesorar sus actividades de estudio e investigación a lo largo de su permanencia en el programa de doctorado. El asesoramiento del estudiante estará a cargo del tutor, quien podrá ser el

mismo que el director de tesis. El tutor, además de proporcionar la orientación necesaria para garantizar el desarrollo y culminación de la tesis, tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el estudiante, el reporte de las actividades desarrolladas de manera semestral. El plan de trabajo y el reporte de actividades semestrales, que son requeridos por el CONACYT, son los documentos base que permitirán al programa monitorear los avances de los trabajos de tesis.

Es obligación del tutor asistir a las presentaciones orales de seguimiento semestral y supervisar que los tutorados entreguen a la Coordinación del Programa los formatos de evaluación firmados por el Comité Tutorial. Debe completar y entregar a la Coordinación los formatos de evaluación del desempeño del alumno (de la Coordinación para no becarios y del CONACYT en caso de ser becario), antes de la finalización del ciclo escolar, de acuerdo a la fecha establecida semestralmente por la Coordinación.

Los casos de dirección de tesis por investigadores externos están previstos en el artículo 31 del REP.

b. Dirección de Tesis

El director de tesis es quien plantea, dirige y asesora al alumno en la elaboración de la propuesta de Proyecto de tesis, así como su desarrollo hasta la culminación (Art. 29, REP). El director de tesis tiene la responsabilidad de coordinar el trabajo de los miembros del Comité Tutorial y sus aportaciones, y que habrán de coadyuvar a la conclusión de los trabajos de tesis dentro de los límites del tiempo reglamentario. Los requisitos para ser nombrado Director o Co-director de tesis de doctorado son:

- Grado de doctor.
- Profesor de tiempo completo perteneciente al (i) Núcleo Académico Básico; (ii) Núcleo Académico Complementario. En caso de que el director de tesis sea externo al programa, deberá nombrarse un codirector que pertenezca al núcleo académico básico. Los directores externos deberán formar parte del Núcleo Académico Complementario cumpliendo con lo establecido en el artículo 19 del REP.
- No tener conflicto de interés. El director de tesis deberá firmar una manifestación de No Conflicto de Intereses. Se considera conflicto de interés cuando un interés laboral, personal, profesional, familiar o de negocios del director pueda afectar el desempeño imparcial y objetivo de sus funciones.
- Los directores externos deberán ser profesores investigadores de tiempo completo en una Institución de Educación Superior o Centro de Investigación del país o del extranjero.

- Ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y/o demostrar producción académica en la línea de investigación del trabajo de tesis con al menos dos publicaciones indizadas en catálogo JCR, SCI o SCOPUS, en los últimos tres años.
- Tener experiencia en la dirección de tesis a nivel posgrado (maestría y/o doctorado).
- No exceder el número máximo de cuatro direcciones de tesis simultáneas, incluyendo las de otros programas a los que preste servicio, contabilizando todos los programas de posgrado en los que colabore el professor.
- El profesor externo al programa que desee dirigir una tesis de doctorado deberá presentar solicitud por escrito a la Comisión Académica, dicha solicitud deberá ser acompañada por su CV y por otra documentación que el solicitante considere conveniente para su valoración.
- La documentación proporcionada por el solicitante será evaluada por la Comisión Académica quien resolverá en definitiva.
- Los profesores externos a la institución no podrán dirigir más de dos tesis del programa simultáneamente.
- El director de tesis deberá ser aprobado por la Comisión Académica durante el proceso de ingreso del estudiante.
- El director de tesis tendrá la responsabilidad de dirigir y apoyar al estudiante desde la aprobación del tema de tesis por la Comisión Académica hasta la presentación del examen de grado (Art. 29, REPUS). Así mismo deberá tomar en cuenta las observaciones del Comité Tutorial. Además deberá asegurarse de que se cumpla con los tiempos de titulación establecidos en el Artículo 11 del REPUS y la dedicación exclusiva.
- El director de tesis podrá solicitar un co-director solo en los casos en que el proyecto de tesis incluya temas que no son de su especialidad. Esta solicitud deberá presentarse antes de finalizar el primer semestre. Los cambios o bajas de co-director deberán solicitarse antes del tercer semestre. Los requisitos para ser co-director serán los mismos que para ser director.
- El director de tesis podrá solicitar, antes del tercer semestre del programa, a la Comisión Académica la aprobación de un único asesor de tesis mediante una justificación académica donde establezca las funciones específicas realizadas en el Proyecto de tesis. La asesoría de tesis se acreditará una vez titulado el estudiante.

- En caso de que un director deba dejar una dirección de tesis, deberá comunicarlo por escrito, justificando el caso, a la Comisión Académica quien revisará y determinará lo conducente en conjunto con el Comité Tutorial.
- En caso que un estudiante solicite cambio de director o codirector de tesis, deberá comunicarlo por escrito, con su respectiva justificación, a la Comisión Académica para revisar y determinar si procede el cambio. La Comisión Académica después de revisar la situación emitirá un dictamen que comunicará al estudiante en un plazo no mayor a 15 días hábiles. En caso de proceder el cambio, el coordinador de programa propondrá a la Comisión Académica otro profesor congruente con las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento del programa, para que funja como Director de tesis y/o Codirector, en un plazo no mayor a cinco días hábiles. El coordinador del programa notificará al alumno y al Nuevo director y/o codirector de su nombramiento.

III.10. Procesos de seguimiento y evaluación

a. Seguimiento académico.

Para cada estudiante, la Comisión Académica nombrará un Comité Tutorial para dar seguimiento al estudiante durante su trayectoria escolar. El Comité Tutorial deberá asistir a las presentaciones de seguimiento semestrales del estudiante y presentar una evaluación incluyendo recomendaciones, a la coordinación sobre el estado y avance del proyecto de tesis.

b. Reuniones colegiadas.

El núcleo académico básico recibe y analiza la trayectoria escolar de los estudiantes una vez al semestre. Ahí se discute el comportamiento de la trayectoria escolar y se revisan casos particulares o generales y se asienta en actas. Con ello, puede darse seguimiento a estudiantes en riesgo, asimismo se pueden tomar medidas preventivas o llevar a cabo programas remediales junto con su tutor.

c. Seminarios de Posgrado.

Forma parte de la estructura curricular y su objetivo es dar seguimiento al trabajo de investigación. Los profesores con capacidad para recibir tesis exponen los temas de investigación posibles, para el desarrollo de tesis. Durante el primer semestre, el estudiante deberá exponer en el seminario un artículo científico relacionado con su posible tema de tesis. Al finalizar el segundo semestre, el estudiante deberá tener lista su propuesta de tema de tesis de acuerdo al formato establecido en los lineamientos del

programa y lo presentará en una sesión del seminario de posgrado. Finalmente, en los seminarios de los semestres siguientes el estudiante presenta sus avances de investigación y de la tesis doctoral.

III.11. Actualización del programa

Las propuestas de actualización y modificación de un plan de estudios son elaboradas por una comisión nombrada exprofeso. Esta propuesta se turna al consejo divisional, donde se revisa. Después pasa al consejo académico para su revisión y adecuación, y finalmente, al colegio académico para su aprobación. El consejo divisional está facultado para aprobar las adecuaciones, que son los cambios menores a los planes de estudios que no afecten la concepción de los programas aprobados por el Colegio Académico, comprenden aspectos tales como cambio de nombre, la unión, separación, supresión, adición o actualización y los cambios de periodo escolar. Dichas adecuaciones no podrán exceder del 20% del total de las asignaturas que integran el plan de estudios.

IV. PLAN DE ESTUDIOS

Los estudios de Doctorado requieren de una investigación original, no publicada previamente o desarrollada en otro programa de posgrado, para obtener un grado académico. El plan de estudios del programa de Doctorado en Geociencias fue diseñado con una perspectiva integral e interdisciplinaria, con una modalidad presencial, con orientación a investigación. El plan de estudios está diseñado para la comprensión sistemática del campo de estudio elegido y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo. Capacitar para concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica. Facilitar la realización de una contribución científica original que amplíe las fronteras del conocimiento en el campo elegido, del que alguna parte merezca la publicación referenciada a nivel internacional. Capacitar para realizar análisis crítico, evaluar y sintetizar ideas nuevas y complejas. Facilitar las capacidades de comunicación con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento. Capacitar para fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

Las competencias adquiridas permitirán abordar y solucionar problemas complejos y multidisciplinarios en Geociencias (investigación básica y aplicada; técnicas geoquímicas avanzadas y sus aplicaciones en

minerales, rocas, arcillas, materiales artificiales, suelos, aguas; análisis geológico, estructural y geofísico de cuerpos rocosos y sus aplicaciones en ingeniería geológica, análisis de cuencas, riesgos sísmicos y volcánicos; arquitectura de las cuencas sedimentarias, su dinámica y evolución en el tiempo, así como descifrar el impacto de las variables medioambientales y geodinámicas; cartografía y sistemas de información geográfica; aplicaciones informáticas complejas o con requisitos especiales).

Los estudiantes inscritos en el programa de Doctorado en Geociencias podrán desarrollar proyectos de tesis en las siguientes LGAC: a) Geología b) Geociencias Aplicadas

a. Geología.

El egresado del doctorado en Geociencias que opte por proyectos en la LGAC de Geología estará capacitado para trabajar tanto en investigación en algunas de las especialidades de la disciplina, como en actividades aplicadas basadas en el conocimiento adquirido. Algunas habilidades que podrá tener son: elaboración de mapas geológicos a diferentes escalas utilizando distintos métodos (sensores remotos, fotointerpretación geológica, mapeo de campo, perforaciones y sondeos, interpretación geológica de perfiles geofísicos, y otros). También podrá describir y analizar macro y microscópicamente muestras de rocas, sedimentos y suelos utilizando distintas técnicas. Investigar, procesar datos y hacer informes de estudios específicos o integrales referentes a algunas de las diferentes sub-disciplinas de la geología como: geología económica, geo-estadística, geodinámica, geología estructural, geología isotópica, geoquímica, estratigrafía, paleontología, petrología, sedimentología, tectónica, vulcanología, así como la aplicación de sensores remotos en estudios geológicos, etc.

b. Geociencias Aplicadas

El egresado que opte por proyectos en la LGAC de Geociencias Aplicadas podrá capacitarse en una de las dos ramas siguientes:

- 1) Generar y aplicar conocimiento en el campo de los yacimientos minerales, además podrá desempeñarse profesionalmente en los ámbitos productivo y social. Algunos conocimientos y habilidades que podrá desarrollar incluyen: a) determinar la ocurrencia, distribución y características de los depósitos y yacimientos minerales; b) identificar los procesos físicos, químicos y tectónicos relacionados a la formación y modificación de los depósitos minerales; c) dominar las metodologías científicas requeridas para explicar la formación de yacimientos y

depósitos minerales. Podrá utilizar las sub-disciplinas de la Geología como la geoquímica, geocronología, geología isotópica, mineralogía, mineragrafía y geología de partículas.

- 2) Generar y aplicar conocimiento en los campos de la hidrogeología y las ciencias ambientales. Además podrá desempeñarse profesionalmente mediante la aplicación del conocimiento en los ámbitos productivo y social. Algunos de los conocimientos y habilidades que desarrollará son: a) determinar la ocurrencia, distribución, movimiento y características de las aguas de la tierra y su relación con el ambiente; b) identificar los procesos físicos, químicos y biológicos relacionados con el movimiento del agua en la atmósfera, la superficie y subsuelo; c) dominar las metodologías científicas requeridas para explicar las interrelaciones del mundo natural; d) identificar y analizar los problemas ambientales naturales y antropogénicos; e) evaluar los riesgos asociados a estos problemas y proponer soluciones alternativas para resolverlos y/o prevenirlos. Podrá realizar estudios específicos o integrales referentes a algunas de las diferentes sub-disciplinas de la hidrogeología y ciencias ambientales como: a) hidrología superficial, b) hidrometeorología, c) hidrogeología, d) física de la atmósfera, e) geología ambiental, f) riesgos naturales, y g) economía de recursos naturales.

IV.1. Objetivos generales y específicos del plan de estudios

a. Objetivo General.

Formar personal de alto nivel académico, capaz de realizar investigación original y relevante, que pueda desempeñarse eficientemente en actividades de generación, aplicación y difusión de conocimiento en el área de Ciencias de la Tierra con un enfoque principalmente geológico.

Los objetivos generales del programa son garantizar una oferta académica que permita la profundización en los fundamentos del conocimiento en Geociencias y sus aplicaciones prácticas, a partir de la investigación original y relevante. Por ello, el contenido del programa es amplio, multidisciplinar y transversal, al cubrir temáticas relacionadas con la Cristalografía y Mineralogía, Petrología y Geoquímica, Ciencias de los Materiales, Estratigrafía y Sedimentología, Medio Ambiente, Paleontología, Geodinámica Interna, Geodinámica Externa, Hidrogeología, y Geofísica.

La formación académica del alumno se alcanza enseñando métodos de trabajo y analizando casos reales en la naturaleza, así como contrastando la adecuación de los modelos existentes en la actualidad para explicar los procesos naturales y sus resultados. Los temas de enseñanza permitirán al alumno obtener una

visión del estado actual del conocimiento, así como de las posibilidades y limitaciones de los distintos métodos y técnicas comúnmente utilizados en las áreas de conocimiento implicadas.

b. Objetivos Específicos.

- Contribuir a la formación de los recursos humanos especializados que el país requiere en el campo de las Geociencias.
- Desarrollar investigación de alto nivel comprobada a partir de publicaciones científicas de calidad.
- Participar de manera efectiva en la solución de problemas que se presenten en el medio social y productivo de la región y el país, en el ámbito de las líneas de investigación del programa.

IV.2. Perfil de ingreso

El programa está dirigido a egresados de maestrías en ciencias o en ingenierías afines interesados en las Ciencias de la Tierra. Los aspirantes a ingresar deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- 1) Contar con título de Maestría en Geología o disciplina afín.
- 2) Contar con una sólida formación en matemáticas, física y química dependiendo de la línea de investigación de su interés.
- 3) Contar con capacidad e interés para realizar investigación científica.
- 4) Contar con capacidad de análisis, síntesis y razonamiento lógico.
- 5) Contar con la disposición y competencias para el trabajo autónomo y grupal.
- 6) Tener una actitud crítica, propositiva, responsable y perseverante.
- 7) Contar con aptitudes para la resolución de problemas de forma metódica, para el trabajo en campo y en laboratorio.
- 8) Capacidad para formular un anteproyecto de tesis, con la asesoría del director, tutor y Comité Tutorial.

IV.3. Perfil de egreso

Al concluir sus estudios el egresado tendrá las competencias de:

- Identificar y resolver problemas de naturaleza científica del área de Geociencias.

- Realizar investigación básica y/o aplicada de calidad en áreas específicas de las Ciencias Geológicas.
- Resolver problemas relacionados con las Ciencias Geológicas, que se presenten en el medio social o productivo.
- Contar con la capacidad y disposición para interactuar en equipo con profesionales de varias disciplinas.
- Ser flexible ante la problemática que se le presente, con la capacidad para cambiar su orientación hacia situaciones actuales o emergentes.
- Ser comprometido con la sociedad en la solución de problemas relacionados con su campo de estudio y participar activamente en la divulgación de la ciencia.

Habilidades que se deberán adquirir durante el posgrado

Intelectuales: Reconocer y usar teorías, paradigmas, conceptos y principios de temas específicos, analizar, sintetizar y resumir críticamente la información, incluyendo investigación previa. Colectar e integrar varias líneas de evidencia para formular y probar hipótesis. Aplicar el conocimiento y entendimiento a problemas complejos multidimensionales y multidisciplinarios en contextos conocidos o inéditos. Reconocer los conceptos morales y la ética en las investigaciones y la necesidad de códigos de conducta profesionales.

Prácticas: Planear, conducir y reportar investigaciones, incluyendo el uso de datos secundarios. Colectar, registrar y analizar datos usando técnicas apropiadas en las investigaciones tanto en el campo como en laboratorio. Desarrollar de manera responsable y segura las actividades de campo y laboratorio, teniendo la atención debida de los riesgos asociados, las regulaciones relevantes de salud y de seguridad, y sensibilidad al impacto de las investigaciones en el ambiente.

De comunicación: Recibir y responder a las diferentes fuentes de información (texto, numérico, verbal, gráfica). Comunicarse apropiadamente en forma escrita, verbal y gráfica a diversas y diferentes audiencias.

Cuantitativas: Dominar en forma clara y precisa la actividad de toma de muestras, exactitud, precisión e incertidumbre durante la toma de muestras, registro y análisis de datos en el campo y laboratorio. Elaborar, procesar, interpretar y presentar datos, usando técnicas cualitativas y cuantitativas. Dominar programas

de cómputo de última generación incluyendo los sistemas de información geográfica. Plantear, modelar y solucionar problemas numéricos usando técnicas computacionales y analógicas. Usar el Internet en forma responsable y crítica, como medio de comunicación y fuente de información.

Interpersonal y de trabajo en equipo: Identificar metas y responsabilidades individuales y colectivas, así como el desempeño en forma apropiada en estas responsabilidades. Reconocer y respetar las opiniones de otros miembros del equipo. Ser autocrítico de su desempeño individual y en equipo.

Manejo y desarrollo profesional de sus habilidades: Desarrollar las habilidades necesarias para el manejo propio de por vida (e.g. trabajando independientemente, manejando correctamente el tiempo y desarrollando habilidades organizacionales). Identificar y trabajar sobre metas para el desarrollo personal, académico y profesional. Desarrollar un enfoque adaptable y flexible para estudiar y trabajar.

Apropiación social de la ciencia. Se pretende que los egresados del programa sean un factor de cambio en la región para la implementación de una minería socialmente responsable, compatible con el medio ambiente a partir de la innovación en los procesos de búsqueda, extracción, aprovechamiento y disposición de materiales de desecho. La Universidad de Sonora cuenta con el capital humano altamente especializado en diversas disciplinas para la solución de los retos que enfrenta la sociedad y las empresas mineras en la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales. Este enfoque permite entregar soluciones integrales a problemas reales en las zonas mineras.

Los egresados representan una fuerza de trabajo capacitada para llevar la ciencia a la sociedad. El uso de tecnología portátil cumple una función de educación de las comunidades mineras. Es importante mencionar que parte de los compromisos que se adquieren en el programa es el comunicar los resultados a las poblaciones que están establecidas en los sitios de estudio, principalmente en el caso de los proyectos de tesis en las Ciencias Ambientales.

IV.4. Mapa curricular

El programa tiene una duración de ocho semestres para alumnos de tiempo completo. En estos períodos se deberán cubrir las actividades académicas individuales establecidas en el plan de estudios. Las actividades académicas deberán contar con la aprobación del tutor, director y Comité Tutorial, por medio de evaluaciones semestrales. El alumno acreditará un mínimo de 195 créditos que corresponden a cursos

obligatorios (Tabla 2). La totalidad de los cursos obligatorios no presentan seriación y son acreditables. El Comité Tutorial, en función del tema de tesis, define y evalúa los contenidos de los cursos obligatorios, y al finalizar el semestre emite una evaluación del cumplimiento de dichos contenidos mediante un acta, con la cual el coordinador del programa hará la acreditación en el sistema. El mismo Comité Tutorial será quien defina la necesidad o no de llevar las materias optativas, que no deberán exceder los 20 créditos, y la calificación numérica no se tomará en cuenta para el promedio general.

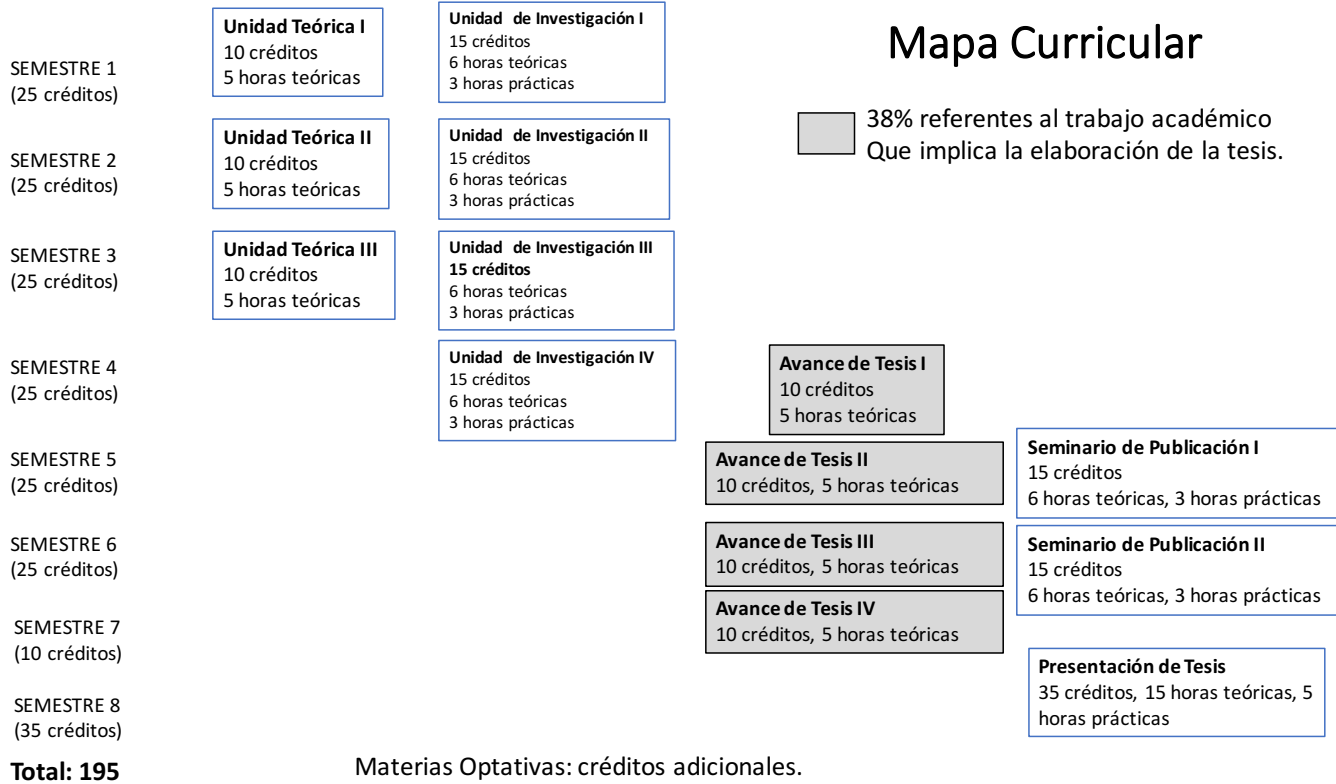
Tabla 2. Lista de materias del Plan de Estudios. PA: Por asignar.

Cursos Obligatorios (Total de 195 créditos)	Clave	Créditos por materia	Horas Teóricas a la semana	Horas Prácticas a la semana
SEMESTRE 1				
Unidad Teórica I	PA	10	5	0
Unidad de Investigación I	PA	15	6	3
SEMESTRE 2				
Unidad Teórica II	PA	10	5	0
Unidad de Investigación II	PA	15	6	3
SEMESTRE 3				
Unidad Teórica III	PA	10	5	0
Unidad de Investigación III	PA	15	6	3
SEMESTRE 4				
Unidad de Investigación IV	PA	15	6	3
Avance de Tesis I	PA	10	5	0
SEMESTRE 5				
Avance de Tesis II	PA	10	5	0
Seminario de Publicación I	PA	15	6	3
SEMESTRE 6				
Avance de Tesis III	PA	10	5	0
Seminario de Publicación II	PA	15	6	3

SEMESTRE 7				
Avance de Tesis IV	PA	10	5	0
SEMESTRE 8				
Presentación de Tesis	PA	35	15	5

Cursos Optativos Máximo de 20 créditos	Clave	Créditos por materia	Horas Teóricas a la semana	Horas Prácticas a la semana
Tectónica Regional	PA	10	4	2
Geoquímica	PA	10	4	2
Yacimientos Minerales y Petrografía de Menas	PA	10	4	2
Estratigrafía Avanzada	PA	10	4	2
Petrología Avanzada	PA	10	4	2
Hidrogeología Avanzada	PA	10	4	2
Geología Ambiental	PA	10	4	2
Geofísica Aplicada	PA	10	4	2
Geología y Análisis Estructural	PA	10	4	2
Geología del NW de México	PA	10	4	2
Microfacies	PA	10	4	2
Petrología de Rocas Detríticas	PA	10	4	2
Cuencas Sedimentarias y Ambientes de Depósito	PA	10	4	2
Petrología de Rocas Ígneas	PA	10	4	2
Petrología de Rocas Metamórficas	PA	10	4	2
Metalogenia de Minerales Estratégicos	PA	10	4	2
Petrología de Rocas Piroclásticas	PA	10	4	2
Vulcanología	PA	10	4	2
Métodos potenciales	PA	8	4	
Métodos eléctricos	PA	8	4	

Mapa Curricular



a. Flexibilidad curricular.

El estudiante del programa, en común acuerdo con su director, desarrollará un anteproyecto de tesis el cual será revisado y avalado por la CAP como un requisito obligatorio de ingreso al programa. El anteproyecto podrá modificarse durante el primer semestre por recomendación del Comité Tutorial. Al inicio del semestre, el estudiante presentará su anteproyecto de tesis ante el Comité Tutorial, de forma escrita y oral. Con base en esta presentación se definirán los temas que deberá desarrollar durante el semestre con el objetivo de adquirir o profundizar en el conocimiento teórico de los temas asignados, y que son importantes para el desarrollo de su tesis. En este sentido, las Unidades Teóricas sustituyen los cursos tradicionales, prevaleciendo la actividad tutorial. En las Unidades de Investigación, el estudiante desarrollará actividades con base en un plan de trabajo revisado y autorizado por el Comité Tutorial. Estas Unidades de Investigación se relacionan directamente al desarrollo del proyecto de tesis. Durante todos los semestres, este seguimiento académico quedará a cargo del director de tesis y del Comité Tutorial. Este procedimiento le proporciona al estudiante una trayectoria flexible de aprendizaje.

El plan de estudios permite que los alumnos puedan desarrollar las actividades académicas en programas de otras instituciones o de la misma Universidad de Sonora. La flexibilidad curricular del programa es visible en: a) la asignación al estudiante de un tutor para apoyarlo en su desempeño académico, b) Unidades Teóricas y de Investigación orientadas al desarrollo del proyecto de tesis, con guía y supervisión del Comité Tutorial, c) la movilidad estudiantil para realizar estancias académicas, asistir a talleres, cursos etc., según se establezca en el plan de trabajo por semestre y contenidos de las Unidades Teóricas y de Investigación, d) la flexibilidad en los contenidos de los cursos, definidos por el Comité Tutorial para diseñar la trayectoria académica del estudiante.

IV.5. Valor en créditos

Con relación al total de créditos necesarios para obtener el grado, este deberá cumplir con lo siguiente: El alumno acreditará un mínimo de 195 créditos que corresponden a cursos obligatorios (Tabla 2). En caso de que el Comité Tutorial recomiende cursar materias optativas, estas no deberán exceder 20 créditos. La carga en créditos por semestre se ubicará entre 10 créditos como mínimo y 35 créditos como máximo, dependiendo del semestre.

IV.6. Duración del programa

El programa de Doctorado tendrá una duración máxima de 8 semestres, considerando que el alumno deberá postular al menos un artículo en revista indizada JCR o SCI, SCOPUS. Para el caso de estudiantes del posgrado de tiempo completo, éstos contarán con un plazo máximo de cuatro años para la conclusión de su plan de estudios y la presentación de la propuesta del trabajo terminal o tesis (Art. 11 del REP).

En caso de que la CAP lo considere, en base a las aptitudes y curriculum del solicitante, podrá aceptar estudiantes de tiempo parcial, quienes contarán con un plazo máximo de seis años para la conclusión de su plan de estudios y la presentación de la propuesta del trabajo terminal o tesis (Art. 11 del REP).

Por causa debidamente justificada, los alumnos podrán solicitar prórroga hasta por un año más adicional a los plazos establecidos (Art. 11 del REP), siendo la Comisión Académica del Posgrado la instancia que resolverá en definitiva.

IV.7. Programa de cada asignatura

Los programas de las asignaturas se presentan en el Anexo I.

IV.8.Líneas de investigación y/o trabajo

Los espacios formativos están organizados en espacios de aprendizaje agrupados en área formativas, entendiendo a éstas como los momentos formativos en aspectos disciplinares, metodológicos e instrumentales propios del Doctorado. El programa de Doctorado en Geociencias ofrece las opciones en las siguientes áreas:

- 1) **Geología:** Tectónica, geoquímica y petrología endógena (ígneo-metamórfica), estratigrafía, paleontología, análisis de cuencas, cartografía geológica.
- 2) **Geociencias Aplicadas:** Metalogenia y yacimientos minerales, geología ambiental, riesgos geológicos, geología urbana, hidrogeología, hidrometeorología e interacción superficie atmósfera.

Las LGAC se fortalecen a través de las temáticas de tesis de los estudiantes. Desde el programa de Maestría en Ciencias-Geología, las investigaciones realizadas por profesores y estudiantes han contribuido en la solución de problemas geológicos de la región. El objetivo general del programa de Doctorado en Geociencias, así como el perfil de egreso coinciden en formar doctores con un alto nivel en las áreas de Geología Regional y Geología Aplicada. Los cuerpos académicos reconocidos formalmente por el PRODEP son (Tabla 3): (i) cuerpo académico consolidado con enfoque en estudios de geoquímica, petrología, geodinámica, y metalogenia (UNISON-CA-41); (ii) cuerpo académico en consolidación con enfoque en estudios de estratigrafía, geodinámica externa y análisis de cuencas (UNISON-CA-167); (iii) cuerpo académico en consolidación con enfoque en ciencia y tecnología del agua (UNISON-CA-143); y cuerpo académico consolidado con enfoque en estudios de metalurgia, Materiales y Medio Ambiente (UNISON-CA-87). Existe congruencia entre los objetivos del programa y las LGAC, además la productividad del núcleo académico básico está asociada a dichas líneas, al igual que los productos generados también corresponden a las mismas. Para asegurar la congruencia de las LGAC con los objetivos del programa se revisarán e incorporarán a los planes y programas de estudio los resultados de estudios de egresados, empleadores y de factibilidad, que permitan incrementar la pertinencia del programa.

Tabla 3.

Cuerpos Académicos a los que pertenecen los profesores del Núcleo Académico Básico (NAB). En negritas los nombres de los profesores que conforman el NAB.

UNISON-CA-143 Ciencia y Tecnología del Agua	UNISON-CA-167 Estratigrafía, Geodinámica Externa y Análisis de Cuencas	UNISON-CA-41 Geoquímica, Petrología, Geodinámica y Metalogenia	UNISON-CA-87 Metalurgia, Materiales y Medio Ambiente
Carlos Lizárraga Carlos M. Minjarez Sosa (S.N.I. 1) Christopher J. Watts Thorp (S.N.I. 2) Juan A. Saiz Hernández Julio C. Rodríguez (S.N.I. 2)	Francisco J. Grijalva (c.S.N.I.) Juan J. Palafox Reyes Rogelio Monreal S. (S.N.I. 1) Francisco J. Cuen (c.S.N.I.)	Efrén Pérez Segura Francisco A. Paz Moreno (S.N.I. 1) Guadalupe Espinoza M. Jesús R. Vidal S. (S.N.I. 1) Lucas Ochoa L. (S.N.I. 1) Silvia Martínez Retama Ricardo Vega G (S.N.I.1) Raúl Lugo Z (c.S.N.I.)	Agustín Gómez A (S.N.I. 2) Diana Meza F. (S.N.I. 3) Guillermo Tiburcio M (S.N.I.1) J. Leobardo Valenzuela (S.N.I. 2) Martín Encinas Romero (S.N.I. 1)

Se cuenta con la referencia de la productividad de profesores del núcleo académico básico con los estudiantes de la Maestría en Ciencias-Geología. A la fecha, se tiene un promedio de 2 a 3 publicaciones al año por profesor con más del 50% de la producción científica en revistas indizadas de circulación internacional. De este porcentaje, las publicaciones en conjunto con estudiantes del programa de Maestría en Ciencias-Geología ha ido en aumento, por lo que se esperaría contar con al menos la misma tasa de producción en el programa de Doctorado.

IV.9. Orientación didáctica

El programa es presencial, con un seguimiento por parte del Comité Tutorial.

IV.10. Nivel de dominio de un Segundo idioma

En lo que corresponde al requisito de acreditación de un idioma diferente al español, el alumno tendrá que demostrar la comprensión del idioma inglés a nivel técnico (Art. 66 del REP) con un puntaje TOEFL de 481. La Comisión Académica del posgrado deberá definir las modalidades de acreditación a implementarse.

IV.11. Modalidades y trabajos para obtención del grado

El programa tiene una duración máxima de ocho semestres. De acuerdo al Artículo 11 del REP, el estudiante dispondrá de doce meses adicionales como extensión temporal máxima para la conclusión del programa.

a. Requisitos de egreso

Los requisitos de egreso del programa de posgrado son los estipulados en el Artículo 66 del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. En el caso de doctorado deberá acreditar como mínimo 195 créditos correspondientes a cursos obligatorios. El estudiante podrá cursar materias optativas, siempre y cuando no exceda de 20 créditos adicionales. También deberá escribir como primer autor un artículo en revista indexada (journal of citation reports-JCR, science of citation index-SCI) referente a su tesis. El estudiante deberá presentar evidencia de la aceptación del artículo o de su publicación.

b. Defensa de Disertación.

Los estudiantes deberán, previa a la definición de una fecha para presentación y defensa de su examen de grado, presentar ante la comunidad académica, el Comité Tutorial y la Comisión Académica, un seminario final con los resultados de su trabajo doctoral.

El estudiante deberá cumplir con lo establecido en el artículo 66 del REP, para obtener el grado de doctorado. Las modalidades de titulación son:

- Presentación de una tesis individual por parte del estudiante, que contenga necesariamente una investigación original que permita el progreso del conocimiento del área o disciplina elegida a su ingreso. Adicionalmente, deberá presentar evidencia de la publicación o aceptación de un artículo sobre el tema de tesis, en una revista indizada JCR/SCI/SCOPUS.
- Presentación de un documento que contenga la evidencia de publicación o aceptación de tres artículos sobre el tema de tesis, en revistas indizadas JCR/SCI/SCOPUS. El estudiante deberá ser primer autor en al menos uno de los artículos. La presentación de tres artículos sustituye al documento de tesis individual.

IV.12.Actividades complementarias del plan de estudios

El estudiante deberá presentar evidencia de realización de las actividades complementarias programadas semestralmente, incluidas en su plan de trabajo avalado por el Comité Tutorial. Tales actividades incluyen: estancias de investigación en otras instituciones o departamentos de la Universidad de Sonora, asistencia a congresos, cursos, talleres y/o seminarios.

V. RECURSOS HUMANOS

V.1. Núcleo Académico Básico (NAB)

Los profesores del núcleo académico básico (NAB) son los responsables de garantizar la identidad, calidad, pertinencia y continuidad del programa. El NAB se constituye por al menos nueve profesores. La Tabla 4 lista el personal propuesto para el núcleo básico que participa en el programa, la tabla 5 muestra un resumen del NAB y en el Anexo II se incluye los currícula vitae de cada uno de ellos.

Tabla 4.

Descripción del núcleo académico básico. T.C. tiempo completo.

Nombre	Grado	Área/ Disciplina	Institución	PRODEP	S.N.I.	Dedicación al programa
Francisco Cuen Romero	Doctorado	Estratigrafía/Paleontología	UNISON	SI	SI	T.C.
Francisco J. Grijalva Noriega	Doctorado	Estratigrafía/Análisis de cuencas	UNAM	SI	SI	T.C.
Diana M. Meza Figueroa	Doctorado	Geoquímica/Geología Ambiental/Riesgos	UofA	SI	SI	T.C.
Rogelio Monreal Saavedra	Doctorado	Estratigrafía/Paleontología	Uof Tx	SI	SI	T.C.
Lucas Ochoa Landín	Doctorado	Yacimientos Minerales/Geoquímica	UofA	SI	SI	T.C.
Francisco A. Paz Moreno	Doctorado	Petrología Endógena/Tectónica	UAix-M	SI	SI	T.C.
Juan José Palafox Reyes	Doctorado	Estratigrafía/Paleontología	UPMC	SI	NO	T.C.
Efrén Pérez Segura	Doctorado	Yacimientos Minerales/Metalogenia	UNAM	SI	NO	T.C.
Julio César Rodríguez	Doctorado	Hidrología/Interacción superficie atmósfera	CP	SI	SI	T.C.
Ricardo Vega Granillo	Doctorado	Petrología Endógena/Tectónica	UNAM	SI	SI	T.C.
Jesús R. Vidal Solano	Doctorado	Petrología Endógena/Tectónica	UPCAixM III	SI	SI	T.C.
Carlos Minjarez Sosa	Doctorado	Ciencias Atmosféricas y Ambientales	UofA	SI	SI	T.C.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México, México

UofA: University of Arizona at Tucson, Estados Unidos

UofTx: University of Texas at Dallas, Estados Unidos

UAixM: Université Aix-Marseille, Francia

CP: Colegio de Posgraduados, México

UPCAixMIII: Université Paul Cezanne Université Aix Marseille III, Francia

UPMC: Universidad Pierre et Marie Curie (Paris VI), Francia

UNISON: Universidad de Sonora

Tabla 5.

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento que desarrollan los profesores del NAB.

LGAC	Profesor
Geología Tectónica, geoquímica y petrología endógena (ígneo-metamórfica), estratigrafía, paleontología, análisis de cuencas, cartografía geológica.	Dr. Rogelio Monreal Saavedra
	Dr. Francisco J. Grijalva
	Dr. Jesús Roberto Vidal Solano
	Dr. Ricardo Vega Granillo
	Dr. Francisco A. Paz Moreno
	Dr. Francisco Cuen Romero
Geociencias Aplicadas Metalogenia y yacimientos minerales, geología ambiental, riesgos geológicos, geología urbana, hidrogeología, hidrometeorología e interacción superficie atmósfera.	Dr. Juan José Palafox Reyes
	Dr. Julio César Rodríguez
	Dr. Lucas Ochoa Landín
	Dra. Diana Meza Figueroa
	Dr. Efrén Pérez Segura
	Dr. Carlos Minjarez Sosa

El Conacyt establece que la integración del NAB debe ser por profesores con una formación académica y experiencia demostrable en investigación o trabajo profesional, evidenciada a través de una trayectoria relevante y una producción académica en alguna de las áreas del conocimiento asociadas al programa.

Los profesores del NAB del programa deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Ser profesor de tiempo completo por tiempo indeterminado en la institución.
- b) Realizar investigación o trabajos profesionales en forma independiente en alguna de las líneas de investigación asociadas al programa.
- c) Haber publicado al menos dos artículos en revistas internacionales de prestigio en los últimos tres años.
- d) Tener experiencia en la dirección de tesis a nivel posgrado (maestría y/o doctorado).

Son obligaciones de los profesores del núcleo académico básico:

- a) Participar en actividades de docencia y de investigación en el programa.
- b) Dirigir y/o asesorar tesis de posgrado.
- c) Participar activamente en las actividades de fomento y difusión del posgrado.
- d) Participar en los grupos de trabajo que se deriven del funcionamiento del programa.

- e) Procurar la obtención de recursos que fortalezcan la infraestructura del programa.
- f) Participar en los jurados de examen de grado.

Los profesores del núcleo académico básico tienen distinciones y reconocimientos por su desempeño. El (83.3%) por ciento pertenece al sistema nacional de investigadores: uno con nivel III, uno con nivel II, seis son nivel I, y dos son candidatos. Los dos profesores pertenecientes al S.N.I nivel candidato cuentan con experiencia en formación de recursos humanos a nivel maestría. La productividad académica de los miembros del núcleo académico básico también es reciente y reconocida por la Secretaría de Educación Pública, puesto que todos los profesores cuentan con el reconocimiento de perfil deseable PRODEP. Casi todos los profesores del núcleo académico básico obtuvieron su grado en instituciones distintas a la Universidad de Sonora. Cuatro profesores obtuvieron su grado de doctor en instituciones de Estados Unidos y tres en instituciones de Francia. Esto último permite la impartición de cursos, co-direcciones, y asesorías de tesis a estudiantes internacionales.

a. Profesores asociados al programa (Núcleo académico complementario)

Los profesores asociados al programa son aquellos adscritos o externos a la institución que participan en el programa impartiendo asignaturas y/o co-dirigiendo o asesorando tesis. Estos profesores serán profesores de reconocido prestigio académico con trayectoria exitosa en sus instituciones de procedencia y cuyas líneas de investigación son congruentes y complementan a las del programa.

Para ser profesor asociado al programa se requiere, a juicio de la Comisión Académica del Posgrado, tener méritos académicos sobresalientes y haber hecho contribuciones significativas en el campo en que realizará sus actividades en el programa. Para aprobar la participación de profesores en la planta académica adscrita al programa, la Comisión Académica del Posgrado evaluará cualitativamente:

- Que la trayectoria académica del profesor sea sobresaliente.
- Que la disciplina que desarrolla el profesor sea relevante y pertinente al programa.
- Que los resultados de sus investigaciones y/o trabajos profesionales sean relevantes y pertinentes a las LGAC del programa.
- Que el profesor cuente con experiencia en la Formación de Recursos Humanos a nivel Posgrado.

- Que cuente con al menos 2 publicaciones recientes (últimos tres años) en las LGAC del programa.

En caso de que el director de tesis sea externo al programa, deberá nombrarse un codirector que pertenezca al núcleo académico básico (Art. 31 del REP).

V.2. Organización académica

El programa de doctorado se organiza con un Coordinador del Programa, la Comisión Académica, el Núcleo Académico Básico y el Núcleo Académico Complementario. La mayoría de los profesores del núcleo académico básico pertenecen a cuerpos académicos que realizan investigación en: Geoquímica, petrología, geodinámica, y metalogenia (UNISON-CA-41, consolidado); UNISON-CA-167 Estratigrafía, geodinámica externa y análisis de cuencas (en consolidación); UNISON-CA-143 Ciencia y tecnología del agua (en consolidación); y UNISON-CA-87 Metalurgia, Materiales y Medio Ambiente (consolidado), con reconocimiento oficial de la Secretaría de Educación Pública. Todos los profesores del núcleo académico básico del programa tienen acceso a oportunidades de incrementar o profundizar su formación académica y de investigación, participando en los programas de superación institucional y nacional.

V.3. Programa de superación

Todos los profesores del núcleo académico básico del programa tienen acceso a oportunidades de incrementar o profundizar su formación académica y de investigación, participando en los programas de superación institucional y nacional. La institución cuenta con los mecanismos para la superación del personal académico como son: becas institucionales para estudios de posgrado y realización de estancias de investigación, las cuales se otorgan mediante convocatoria de los consejos divisionales o el STAUS de acuerdo a lo estipulado en el contrato colectivo de trabajo; becas PRODEP, las cuales mediante convocatoria otorgan un apoyo complementario a profesores de tiempo completo que realizan estudios en programas de posgrado reconocidos por su buena calidad; apoyo especial, el cual consiste en un apoyo económico que se otorga al personal académico de acuerdo a lo estipulado en el Contrato Colectivo de Trabajo para realizar estudios y/o obtener el grado en un programa de posgrado con reconocimiento de buena calidad; apoyo para actividades académicas, el cual se otorga a través de la Comisión Mixta General de Formación y Superación del Personal Académico, estipulados en el contrato colectivo de trabajo vigente; apoyo para la asistencia a eventos académicos, mediante convocatoria se tiene acceso a los apoyos

económicos para presentar en ponencias resultados de los trabajos de investigación. La normatividad universitaria establece que los profesores tienen derecho a un periodo sabático anual por cada seis años de labores académicas ininterrumpidas al servicio de la Universidad. Durante este periodo los profesores pueden desempeñarse como profesores visitantes o realizar estancias de investigación en instituciones académicas o profesionales nacionales o del extranjero (Reglamento del Período Sabático).

El área de intercambio académico promueve y realiza las gestiones pertinentes para llevar a cabo diversas actividades en el marco de los programas de intercambio y colaboración académica, derivados de los convenios generales de colaboración académica interinstitucional, promoviendo así la actualización del personal académico y propiciando la formación de redes de colaboración nacionales e internacionales. Dichas actividades propician la movilidad de los académicos entre una y otra institución participante y pueden realizarse bajo distinta modalidad o tipo: estancias de nuestros académicos en otra institución y visitas de académicos de otra institución en nuestra universidad para impartir cursos, talleres, seminarios, brindar asesoría o colaborar en el desarrollo de proyectos de investigación.

En este posgrado contamos con un programa permanente para actualizar en información y habilidades a los profesores. En este ámbito coinciden expertos nacionales e internacionales impartiendo seminarios, talleres y demás actividades que apoyan la formación de los docentes y consolidan las redes de intercambio y colaboración.

V.4. Personal de apoyo al programa

Se contará con el apoyo de una secretaria y un auxiliar para apoyo de la coordinación del programa.

VI. INFRAESTRUCTURA

VI.1. Espacios

Los espacios para la operación del programa se distribuyen en 3 edificios. En el edificio 3C se tienen las oficinas administrativas y 4 aulas-laboratorio que comparten los programas de Licenciatura en Geología y Maestría en Ciencias-Geología del Departamento de Geología. En el edificio 3P se ubican las oficinas de la planta docente, equipadas con escritorios, archiveros, libreros, mesas de trabajo, sillas y computadoras, así como teléfonos y acceso a internet. El edificio tiene una sala de juntas. Adicionalmente se cuenta con un aula y áreas de trabajo para el posgrado en el edificio 3R. Estas áreas son compartidas con el programa de Maestría en Ciencias-Geología.

VI.2. Laboratorios y talleres

El posgrado cuenta con equipo moderno en la mayoría de las actividades de investigación y que al mismo tiempo se utilizan para la realización de las tesis de los estudiantes del programa de licenciatura. Se cuenta con laboratorios de 1) Mineralogía y Geoquímica, 2) Geofísica, 3) Inclusiones Fluidas, 4) Mineragrafía, 5) Sedimentología, 6) Sensoría Remota, 7) Separación Mineral. El laboratorio 1) Mineralogía y Geoquímica cuenta con un equipo portátil de fluorescencia de rayos X con tubos miniaturizados marca ThermoScientific Modelo Niton FXL 950 GOLDD; tres analizadores portátiles de plomo en sangre ESA LeadCarell; un equipo de Difracción de Rayos X Bruker Advance; un espectrofotómetro de emisión óptica con plasma inducidamente acoplado ICP-OES Perkin-Elmer 4200 Doble Vista Simultáneo; un sistema de Ablación Láser CETAC LSX-500 de 266 nm; 2) Geofísica cuenta con un gravímetro marca Scintrex GS, un magnetómetro marca GEM y equipo de VLF, un equipo de resistividad marca Scintrex, un equipo de transitorio electromagnético TEM marca Zorig, un radar con dos antenas. 3) Inclusiones Fluidas; 4) Mineragrafía y microscopía electrónica de barrido con un equipo Phenom ProX; 5) Sedimentología, equipado con balanzas, ro-tap, hornos, nucleadores de sedimento, captadores de partículas; 6) Sensoría Remota equipado con estaciones de trabajo, dos servidores, un plotter, scanner para mapas, impresoras láser en color y computadoras modernas; 7) Separación Mineral, cuenta con un separador magnético, centrífuga, cubas ultrasónicas, pulverizador con mortero de ágata; 8) Laminado, cuenta con equipo Hillquist para elaborar láminas delgadas y pulidas, así como cortadoras de roca. Adicionalmente, el Laboratorio de Cristalografía y Geoquímica forma parte del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía por lo que los estudiantes y maestros del posgrado tienen acceso a 16 laboratorios altamente especializados localizados en tres sedes: Instituto Tecnológico de Sonora, Instituto de Geología UNAM y la Universidad de Sonora.

El abastecimiento, conservación y custodia de los materiales y su suministro es aceptable. Los materiales pueden ser adquiridos por recursos del programa, del Departamento, de la División, o bien, mediante los proyectos de los PTC. El responsable de cada laboratorio establece las políticas y procedimientos de operación formales e informales. Los reglamentos de operación formales son los aprobados por el Consejo Divisional y los informales son los que autoriza el Jefe de Departamento y/o Director de División. Con base en las necesidades de cada materia y tesista, se lleva a cabo una calendarización en el uso de la infraestructura institucional así como de los consumibles requeridos. Al inicio de cada semestre, el profesor hace una calendarización de las actividades de prácticas que el estudiante tendrá que realizar, así

como de los recursos necesarios para cubrir los requisitos de la materia. Los equipos especializados de laboratorio están bajo resguardo de algunos de los profesores del núcleo académico básico, los cuales son responsables de su utilización tanto en docencia como en investigación y vinculación. Los estudiantes del posgrado se capacitan para utilizar el equipo científico que necesitan operar durante las investigaciones que llevan a cabo en su trabajo de tesis de posgrado.

VI.3. Biblioteca y acervos

El Sistema Institucional Bibliotecario tiene como misión facilitar a la comunidad universitaria recursos y servicios informativos de calidad, con eficiencia, puntualidad y confiabilidad tecnológica. Se conforma de una Biblioteca Digital y veinte centros de documentación que ofrecen servicios en modalidad de estantería abierta, con acceso totalmente automatizado, a través de la Red Institucional Bibliotecaria. El estudiante puede consultar publicaciones periódicas, realizar préstamo de tesis, etc.

En la actualidad el SIB tiene bajo su resguardo un total de 272,852 títulos de libros con 434,146 volúmenes distribuidos en las diferentes bibliotecas que lo constituyen, y se cuenta con dos bibliotecas conformadas con un acervo básico, especializado y de consulta: la “Biblioteca de Ciencias Exactas y Naturales” conformada por 11,595 títulos de libros y 20,015 volúmenes y “Biblioteca Central Universitaria” conformada por 33,090 títulos de libros y 75,737 Volúmenes, además a través de Biblioteca Digital el acceso 2,105 títulos de libros.

El material bibliográfico está catalogado y clasificado con el sistema de clasificación Library Congress (Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos) de tal forma que los usuarios pueden buscar a través de la RIB, su bibliografía en el catálogo electrónico, donde se le indica la ubicación del acervo por biblioteca, así como por sala y estante asignado en la misma. Así mismo, las salas de todas las bibliotecas cuentan con estantes debidamente señalizados con la clasificación correspondiente para su fácil ubicación y acceso.

VI.4. Redes y bases de datos

La Biblioteca Digital tiene a disposición una gran variedad de fuentes de información con acceso a 48 Bases de datos, 9,395 títulos revistas y 62,380 libros electrónicos, los cuales pueden consultarse las 24 horas los 365 días al año vía Internet, dentro y fuera del campus universitario (acceso remoto). La

Biblioteca Digital cuenta con 30 colecciones de revistas electrónicas que cubren en su totalidad 9,395 títulos, distribuidos para los diferentes programas educativos, para la División de Ciencias exactas y naturales se cuenta con 1,992 títulos, en donde al Programa de Maestría en Ciencias-Geología (y por lo tanto, al Doctorado en Geociencias) le corresponde 276 títulos de revistas especializadas para el programa, que incluye editoriales de prestigio como Elsevier, Springer y Wiley.

La colección de libros electrónicos la constituyen 62,380 títulos de los cuales para la División de Ciencias Exactas y Naturales, se cuentan con 19,119 títulos y 2,105 son afines al programa e incluyen temas como: geotecnia, hidrogeología, actividad tectónica, geoinformación, entre otros y la fecha de edición fluctúa entre 2005 y 2017 contando con una colección actualizada.

VI.5. Equipamiento

En el Laboratorio Central de Informática se tienen instalados 272 equipos de cómputo de última generación, disponibles para realizar actividades académicas en forma individual o para trabajo en grupo. Todas las computadoras se encuentran conectadas a Internet y se disponen de licenciamientos de Windows 7, Windows 8, Microsoft Office y Microsoft System Center Endpoint Protection.

Se tienen instalados programas de uso libre tales como Acrobat Reader X, Openoffice, 7-Zip, IrfanView, Mozilla Firefox, Google Chrome, Google Earth, SketchUp, Gimp, Netbeans, Java, Movie Maker.

El Departamento de Geología cuenta con licencias de operación de software ArcGIS,

VII. VINCULACIÓN

VII.1. Convenios

Este programa de doctorado tendrá una importante vinculación con la industria minera. Se buscará formalizar convenios de colaboración específicos con empresas para el desarrollo de tesis doctorales que puedan contribuir en la solución de problemas de la región. Adicionalmente, se trabajará en la actualización de convenios y firma de nuevos acuerdos de colaboración, principalmente con universidades en el extranjero. Esto para favorecer la movilidad de los estudiantes y profesores.

El anexo V contiene una breve descripción de los convenios vigentes gestionados por el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

VII.2 Intercambio y movilidad

Estancias. El estudiante podrá acreditar cursos en otras instituciones nacionales o del extranjero (Art. 73 REP). En el plan de estudios del programa está definido que los estudiantes deberán acreditar obligatoriamente por lo menos una asignatura en algún otro programa de estudios de posgrado de la localidad, en los ámbitos regional, nacional o internacional.

Codirección de tesis. Al menos uno de los miembros del comité de tesis será un profesor de reconocido prestigio académico externo a la Universidad de Sonora. El cual fungirá como miembro del jurado del examen de grado. De acuerdo al Art. 68 del REP, cuando menos uno de los sinodales debe ser externo a la institución. Con ello, se busca elevar el nivel de formación y eficiencia académica de sus procesos educativos, mediante la interrelación y colaboración con instituciones nacionales y del extranjero.

Cursos con valor curricular. El programa permite la revalidación de asignaturas curriculares cursadas en otras instituciones nacionales y del extranjero (Art. 16 del REP). La comisión académica es la encargada de llevar a cabo el procedimiento de revalidación.

Participación en eventos académicos. Los estudiantes del programa deben participar en al menos un evento académico, donde deberán exponer los resultados de su proyecto de tesis.

Estancias de investigación. Los estudiantes del programa deberán realizar al menos una estancia de investigación en algún departamento de la Universidad de Sonora, o en una institución ya sea nacional o del extranjero.

Las actividades de intercambio y movilidad para la planta académica se especifican en la sección: V.3. Programa de superación.

VII.3. Difusión de programa

La Coordinación del Programa se encargará de difundir la convocatoria de ingreso. La planta académica del programa y los estudiantes del posgrado difundirán los resultados de su investigación en eventos académicos locales, regionales, nacionales e internacionales. La Coordinación del Programa establecerá los medios para la difusión de las convocatorias de nuevo ingreso y de las investigaciones realizadas en el programa de posgrado (Art. 18 del REP).

VIII. RECURSOS FINANCIEROS

VIII.1. Recursos financieros para la operación del programa

Una vez creado el posgrado, será la propia institución, a través de la Dirección de Planeación y de la DCEyN, quienes se encarguen de la asignación de recursos, conforme a las reglas operativas que se aplican en forma general. En esta materia, básicamente se requerirán gastos de operación del posgrado, aumento de la infraestructura física, equipamiento en cómputo y apoyo para la realización de estancias académicas de los alumnos, con el fin de apoyar su formación académica.

VIII.2 Fuentes alternativas de financiamiento

Los profesores del Núcleo Académico Básico continuamente estarán buscando financiamiento para proyectos de tesis de posgrado a través de las convocatorias del CONACYT, SEMARNAT, y en convenios de colaboración con empresas mineras. El Programa de Doctorado recibirá apoyo adicional a través del Departamento de Geología incentivando la impartición de cursos, proyectos con financiamiento externo, convenios con compañías mineras etc. (Recursos propios).

ANEXO I

Programas de cada asignatura

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN I		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Desarrollar el documento que contenga el protocolo del proyecto de tesis bajo la supervisión del director de tesis, y con la aprobación del Comité Tutorial, para que sean la base experimental del trabajo de tesis desde el primer semestre. Al final del semestre el alumno deberá entregar a la Comisión Académica y al Comité Tutorial el protocolo formal de proyecto de investigación de tesis estableciendo claramente el problema a resolver y la metodología a utilizar.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar el protocolo definitivo del proyecto de tesis. • Establecer claramente el problema a resolver y la metodología a utilizar. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>Los contenidos varían de acuerdo al área de especialidad y tema de tesis del estudiante. El protocolo de Proyecto de tesis deberá de incluir al menos lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Introducción: relevancia y justificación del tema de estudio, así como un planteamiento claro y ordenado del tema de investigación, de su importancia y la manera en la que se considera conveniente abordar el estudio de sus diferentes etapas. b) Objetivos: propuesta del objetivo general de la investigación de acuerdo al planteamiento del problema a resolver. Definir los objetivos específicos que deberán alcanzarse para lograr el objetivo general. c) Antecedentes: revisión de la literatura y el estado del arte en relación al problema a resolver. d) Metodología: planteamiento de las estrategias y técnicas instrumentales para resolver el problema. e) Infraestructura disponible: descripción de los equipos analíticos o instalaciones disponibles para realizar el proyecto. f) Recursos financieros: descripción de los apoyos económicos disponibles para la realización del proyecto. g) Estancias académicas y de investigación: descripción de las actividades complementarias que desarrollará durante el proyecto y su justificación. h) Calendario de actividades: cronograma de actividades por mes hasta la conclusión y defensa de la tesis. i) Bibliografía 			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
El alumno investigará y desarrollará el protocolo bajo la supervisión del director de tesis.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” a partir de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. Al final del semestre el alumno deberá presentar el protocolo de su Proyecto de tesis, que incluya los temas enunciados en el “Contenido” de este curso, se recomienda un mínimo de 20 cuartillas. El documento deberá contar con el aval del director de tesis, entregando un ejemplar impreso y en formato electrónico en word o pdf a la coordinación del posgrado. Dicho documento deberá ser evaluado por el Comité Tutorial y revisado por la Comisión Académica del posgrado.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante al tema de investigación, reflejando el estado del arte del tema seleccionado y que contribuya a cumplir con los objetivos del trabajo. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Jesús Roberto Vidal Solano			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN II		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar sobre temas específicos y/o metodologías de investigación que incidan en el tema de tesis a desarrollar. Esta actividad se desarrollará bajo la dirección de su director de tesis, así como por recomendación del Comité Tutorial.</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de adquirir el conocimiento de las metodologías desarrollo del trabajo de tesis de su elección aplicando metodologías de investigación en el trabajo de campo y/o laboratorio, bajo la dirección de su director de tesis, y atendiendo las recomendaciones del Comité Tutorial.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar investigación sobre temas específicos de la geología relacionados con su proyecto de tesis. • Aplicar las metodologías de investigación requeridas en esta etapa del desarrollo de su proyecto de tesis. • Alcanzar un avance (de acuerdo al protocolo de tesis) en el trabajo experimental 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado con base en lo indicado en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo de un informe por parte del estudiante de las actividades desarrolladas durante la Unidad de Investigación. Puede incluir: 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) trabajo de laboratorio ó 3) trabajo de campo, pero bajo estricta supervisión del director de tesis. El estudiante puede desarrollar la Unidad de Investigación en otra Institución por recomendación del Comité Tutorial.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. Al final del semestre el alumno deberá de presentar un informe con los resultados de la Unidad de Investigación, el cual deberá contar con el aval de su director de tesis, entregando un ejemplar impreso y en formato digital.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto.</p> <p>El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
Elaboró: Dr. Rogelio Monreal Saavedra			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN III		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar sobre temas específicos y/o metodologías de investigación que incidan en el tema de tesis a desarrollar. Esta actividad se desarrollará bajo la dirección de su director de tesis, así como por recomendación del Comité Tutorial.</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de adquirir el conocimiento de las metodologías desarrollo del trabajo de tesis de su elección aplicando metodologías de investigación en el trabajo de campo y/o laboratorio, bajo la dirección de su director de tesis, y atendiendo las recomendaciones del Comité Tutorial.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar investigación sobre temas específicos de la geología relacionados con su proyecto de tesis. • Aplicar las metodologías de investigación requeridas en esta etapa del desarrollo de su proyecto de tesis. • Alcanzar un avance (de acuerdo al protocolo de tesis) en el trabajo experimental 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado con base en lo indicado en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo de un informe por parte del estudiante de las actividades desarrolladas durante la Unidad de Investigación. Puede incluir: 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) trabajo de laboratorio ó 3) trabajo de campo, pero bajo estricta supervisión del director de tesis. El estudiante puede desarrollar la Unidad de Investigación en otra Institución por recomendación del Comité Tutorial.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. Al final del semestre el alumno deberá de presentar un informe con los resultados de la Unidad de Investigación, el cual deberá contar con el aval de su director de tesis, entregando un ejemplar impreso y en formato digital.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
<p>Elaboró: Dr. Francisco Abraham Paz Moreno</p>			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN IV		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar sobre temas específicos y/o metodologías de investigación que incidan en el tema de tesis a desarrollar. Esta actividad se desarrollará bajo la dirección de su director de tesis, así como por recomendación del Comité Tutorial.</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de adquirir el conocimiento de las metodologías desarrollo del trabajo de tesis de su elección aplicando metodologías de investigación en el trabajo de campo y/o laboratorio, bajo la dirección de su director de tesis, y atendiendo las recomendaciones del Comité Tutorial.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar investigación sobre temas específicos de la geología relacionados con su proyecto de tesis. • Aplicar las metodologías de investigación requeridas en esta etapa del desarrollo de su proyecto de tesis. • Alcanzar un avance (de acuerdo al protocolo de tesis) en el trabajo experimental 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado con base en lo indicado en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo de un informe por parte del estudiante de las actividades desarrolladas durante la Unidad de Investigación. Puede incluir: 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) trabajo de laboratorio ó 3) trabajo de campo, pero bajo estricta supervisión del director de tesis. El estudiante puede desarrollar la Unidad de Investigación en otra Institución por recomendación del Comité Tutorial.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. Al final del semestre el alumno deberá de presentar un informe con los resultados de la Unidad de Investigación, el cual deberá contar con el aval de su director de tesis, entregando un ejemplar impreso y en formato digital.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
Elaboró: Dr. Efrén Pérez Segura			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD TEÓRICA I		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar y desarrollar un documento sobre temas que contengan las bases teóricas para el desarrollo de su investigación. El tema será propuesto por el director de tesis y/o el Comité Tutorial en base al perfil del estudiante y los requerimientos de su proyecto de tesis doctoral</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de manejar los conceptos básicos teóricos del tema desarrollado.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Adquirir o profundizar en el conocimiento teórico indispensable para el desarrollo del proyecto de tesis doctoral 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y por el Comité Tutorial y deberá ser avalado por la Comisión Académica del Posgrado según lo establecido en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo por parte del estudiante de un tema específico relacionado con su temática de tesis que puede consistir en 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) asesorías por parte de expertos en el tema, 3) seminarios en línea o presenciales.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. El estudiante deberá responder satisfactoriamente a las preguntas que sobre el tema asignado le plantee el Comité Tutorial.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto.</p> <p>El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
Elaboró: Dr. Ricardo Vega Granillo			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD TEÓRICA II		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar y desarrollar un documento sobre temas que contengan las bases teóricas para el desarrollo de su investigación. El tema será propuesto por el director de tesis y/o el Comité Tutorial en base al perfil del estudiante y los requerimientos de su proyecto de tesis doctoral</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de manejar los conceptos básicos teóricos del tema desarrollado.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Adquirir o profundizar en el conocimiento teórico indispensable para el desarrollo del proyecto de tesis doctoral 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y por el Comité Tutorial y deberá ser avalado por la Comisión Académica del Posgrado según lo establecido en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo por parte del estudiante de un tema específico relacionado con su temática de tesis que puede consistir en 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) asesorías por parte de expertos en el tema, 3) seminarios en línea o presenciales.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. El estudiante deberá responder satisfactoriamente a las preguntas que sobre el tema asignado le plantee el Comité Tutorial.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto.</p> <p>El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
Elaboró: Dra. Diana Maria Meza Figueroa			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	UNIDAD TEÓRICA III		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
<p>Investigar y desarrollar un documento sobre temas que contengan las bases teóricas para el desarrollo de su investigación. El tema será propuesto por el director de tesis y/o el Comité Tutorial en base al perfil del estudiante y los requerimientos de su proyecto de tesis doctoral</p> <p>Al final del semestre el alumno será capaz de manejar los conceptos básicos teóricos del tema desarrollado.</p>			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Adquirir o profundizar en el conocimiento teórico indispensable para el desarrollo del proyecto de tesis doctoral 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y por el Comité Tutorial y deberá ser avalado por la Comisión Académica del Posgrado según lo establecido en el protocolo de tesis.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Desarrollo por parte del estudiante de un tema específico relacionado con su temática de tesis que puede consistir en 1) investigaciones bibliográficas de temas sugeridos por el director de tesis o Comité Tutorial, 2) asesorías por parte de expertos en el tema, 3) seminarios en línea o presenciales.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
<p>El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial. El estudiante deberá responder satisfactoriamente a las preguntas que sobre el tema asignado le plantee el Comité Tutorial.</p>			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto.</p> <p>El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
<p>Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.</p>			
<p>Elaboró: Dra. Silvia Martínez Retama</p>			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	AVANCE DE TESIS I		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un documento que represente un avance del 25% de la tesis doctoral.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el documento de tesis doctoral en su fase temprana. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de tesis con un avance del 25%, que consiste en: <ol style="list-style-type: none"> Introducción: relevancia y justificación del tema de estudio, así como un planteamiento claro y ordenado del tema de investigación, de su importancia y la manera en la que se considera conveniente abordar el estudio de sus diferentes etapas. Objetivos: propuesta del objetivo general de la investigación de acuerdo al planteamiento del problema a resolver. Definir los objetivos específicos que deberán alcanzarse para lograr el objetivo general. Antecedentes: revisión de la literatura y el estado del arte en relación al problema a resolver. Metodología: planteamiento de las estrategias y técnicas instrumentales para resolver el problema. 			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Jesús Roberto Vidal Solano			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	AVANCE DE TESIS II		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un documento que represente un avance del 50% de la tesis doctoral.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el documento de tesis doctoral. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de tesis con un avance del 50%, que consiste en: <ul style="list-style-type: none"> a) El contenido de Avance de Tesis I con las correcciones sugeridas por el Comité Tutorial. b) Resultados 			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Rogelio Monreal Saavedra			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	AVANCE DE TESIS III		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un documento que represente un avance del 75% de la tesis doctoral.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el documento de tesis doctoral. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de tesis con un avance del 75%, que consiste en: <ul style="list-style-type: none"> a) El contenido de Avance de Tesis I y II con las correcciones sugeridas por el Comité Tutorial. b) Discusión 			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Efrén Pérez Segura			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	AVANCE DE TESIS IV		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	5	Horas práctica	0
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un documento que represente un avance del 100% de la tesis doctoral.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el documento de tesis doctoral. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su Proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de tesis con un avance del 50%, que consiste en: <ul style="list-style-type: none"> a) El contenido de Avance de Tesis I, II y III con las correcciones sugeridas por el Comité Tutorial. b) Conclusiones, Resumen, Bibliografía, Anexos 			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Ricardo Vega Granillo			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	SEMINARIO DE PUBLICACIÓN I		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un esquema que represente su propuesta del artículo.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la información disponible para elaborar una publicación • Adquirir las herramientas básicas para la redacción y envío de artículos • Analizar los criterios para la selección de las revistas adecuadas para la publicación. • Desarrollar la Introducción, Metodología y Resultados (incluir Marco Teórico, Regional, en función de la revista elegida) 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el Proyecto de tesis doctoral.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de artículo con un avance del 50%, que puede consistir en 1) definir en conjunto con el grupo de co-autores la revista a la que se enviará el artículo; 2) evaluar y definir la información que se incluirá en el artículo. El estudiante podrá asistir a seminarios de redacción de artículos, manejo de bases de datos, o tener asesoría especializada y orientada a la publicación de sus resultados de tesis. El estudiante deberá efectuar reuniones periódicas con su director(a) de tesis y co-autores para contar con la orientación en el desarrollo del artículo. El estudiante presentará minutas de las reuniones las que anexará al documento final para la evaluación.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
A más tardar en un mes, a partir del inicio del semestre, el estudiante deberá entregar el esquema de su artículo incluyendo los elementos a desarrollar en cada sección. Al final del semestre el alumno entregará el artículo desarrollado con la Introducción, Metodología, Marco Teórico o Geológico Regional, y Resultados, dependiendo del esquema planteado. El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de "acreditado" por medio de un documento y presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dr. Francisco A. Paz Moreno			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	SEMINARIO DE PUBLICACIÓN II		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	6	Horas práctica	3
Valor en créditos	15 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Acreditar el envío de un artículo a una revista científica indexada en el Journal Citation Reports o en Science Citation Index.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Concluir con la elaboración del artículo • Enviar el artículo a la revista seleccionada 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el Proyecto de tesis doctoral.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Elaborar por parte del estudiante el artículo científico y enviarlo a la revista indexada seleccionada.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
Para acreditar este curso el estudiante deberá presentar evidencia del artículo enviado. El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento y presentación oral ante el Comité Tutorial.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dra. Diana María Meza Figueroa			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PRESENTACIÓN DE TESIS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio (x)	Optativo ()	
Horas teoría	15	Horas práctica	5
Valor en créditos	35 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Presentar un documento que represente un avance del 100% de la tesis doctoral.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Concluir con el manuscrito de su tesis y presentarlo ante el comité de sinodales para su evaluación. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El contenido de este curso se relaciona con el tema a desarrollar en su proyecto de tesis doctoral. El contenido del documento se propone por el director de tesis y debe ser autorizado por el Comité Tutorial y avalado por la Comisión Académica del Posgrado.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Desarrollo por parte del estudiante del documento de tesis con un avance del 100%, que consiste en : El contenido del borrador de su tesis completa con las correcciones sugeridas por el Comité Tutorial.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa con criterio cualitativo bajo la modalidad de “acreditado” por medio de un documento escrito y su presentación oral ante el Comité de sinodales.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La bibliografía deberá ser actualizada y relevante para el tema de investigación abordado, reflejando el estado del arte del tema y que contribuya a cumplir con los objetivos específicos del proyecto. El estudiante deberá utilizar las bases de revistas electrónicas a través de Isiknowledge en la Universidad de Sonora			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Profesores que integran el Comité Tutorial, con nivel de Doctorado y que cumplan con los requisitos para formar parte del Comité Tutorial.			
Elaboró: Dra. Silvia Martínez Retama			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	TECTÓNICA REGIONAL		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
El Curso está dibujado para asentar los principios básicos de la Tectónica y sus consecuencias.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Se estudian primero las grandes estructuras actuales de la Tierra, en relación con la Tectónica Global. Se aplican sucesivamente los conceptos así adquiridos para reconocer los diferentes tipos de Cadenas Montañosas. De éstas se estudian estructura y evolución y se mencionan los yacimientos minerales que con cada tipo de ellas están relacionados. En la medida de lo posible, se consideran ejemplos del NW de México.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
El Curso ha sido “construido” ampliamente por el Maestro, basado en su propia experiencia, lo que le confiere un buen grado de coherencia y de disciplina intelectual, imposible de alcanzar mediante una bibliografía heteróclita.			
I.- Tectónica de placas. Las grandes estructuras actuales de la Tierra.			
I.1.- Nociones fundamentales.			
I.2.- Las grandes estructuras actuales de la Tierra.			
I.3.- Estructuras continentales distensivas.			
I.4.- Fisuras corticales			
I.5.- Márgenes pasivos.			
I.6.- Márgenes activos y arcos insulares asociados.			
I.7.- Asimetría de los márgenes este y oeste del Pacífico.			
II.- Estructura de cadenas de montañas. Estructuras continentales compresivas.			
II.1.- Nociones fundamentales.			
II.2.- Las cadenas liminares (Cadenas del noroeste Americano).			
II.3.- Cadenas de abducción.			
II.4.- Cadenas de colisión intercontinental.			
II.5.- Cadenas intracontinentales.			
II.6.- Cadenas por compresión intracontinental debidas a fallas de escurrimiento lateral.			
II.7.- Cadenas debidas a un clivaje intracortical.			
II.8.- Los "Metamorphic Core Complexes".			
III.- Los Terrenos.			
III.1.- Definición y discusión.			
III.2.- Terrenos y cadenas de montañas.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso teórico-práctico con énfasis en la aplicación del análisis e interpretación de datos de las áreas de tesis de los alumnos, es decir cada alumno utilizará su área de proyecto de tesis para aplicar las técnicas utilizadas en análisis tectónicos y desarrollarán su propio razonamiento sobre temas geológicos. El Curso se desarrolla apoyándose en material ilustrativo proporcionado por el Maestro. Los temas controvertidos entre diferentes escuelas geológicas se discuten críticamente.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			

Evaluación basada en exámenes, desarrollo del alumno durante el curso, así como sus participaciones y asistencia a clases, y eventualmente en un reporte escrito.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

Mapas tectónicos de Norteamérica, Canadá, los Alpes y Sudamérica, así como otros trabajos inéditos proporcionados por el instructor. Toda la bibliografía necesaria y relativa a cada una de las áreas de los proyectos de tesis de cada uno de los estudiantes del curso.

Debelmas R y Mascle A, 1980, Les grandes structures géologiques: Editorial Masson, Paris, 80p.

Kearey, P. y Vine, F.J., 1990, Global Tectonics: Blackwell Scientific Publications, 302p.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en tectónica con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	GEOQUÍMICA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Que el alumno conozca los aspectos de la geoquímica involucrados en la formación de rocas así como la composición química de las mismas.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> El alumno conocerá los aspectos de cristalización de los magmas, estadios finales de la cristalización, gases volcánicos. Así como las condiciones de metamorfismo, clasificación, relaciones de equilibrio, facies metamórficas, metamorfismo experimental. Condiciones de transporte y depósito de sedimentos detríticos y de sedimentos en solución. Geoquímica de los isótopos radioactivos y estables. Las tierras raras y su abundancia, distribución y aplicaciones. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Distribución de los elementos en el manto, núcleo y la corteza.</p> <p>II.- Procesos geológicos y sus firmas geoquímicas.</p> <p>II.1.- Procesos que controlan la composición química de las rocas ígneas.</p> <p>II.2.- Procesos que controlan la composición química de las rocas sedimentarias.</p> <p>II.3.- Procesos que controlan la composición química de las rocas metamórficas.</p> <p>III.- La tabla periódica, los datos geoquímicos y su uso.</p> <p>III.1.- Elementos mayores.</p> <p>III.2.- Elementos traza.</p> <p>III.2.1.- Controles de la distribución de elementos traza.</p> <p>III.2.2.- Tierras Raras.</p> <p>III.2.3.- Ejemplo de su comportamiento en sistemas magmáticos.</p> <p>III.2.4.- Diagramas de elementos incompatibles.</p> <p>III.3.- Isótopos radiogénicos en geocronología.</p> <p>III.3.1.- Definición de isócrona.</p> <p>III.3.2.- Edades modelo.</p> <p>III.3.3.- La notación épsilon.</p> <p>III.4.- Isótopos estables.</p> <p>III.4.1.- Controles físicos y químicos en el fraccionamiento de isótopos estables.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso tipo teórico-práctico. Clase aula y trabajo en laboratorio. Además los alumnos preparan conferencias sobre temas especiales que serán escogidos por el maestro y serán presentados por los alumnos dentro del marco de un seminario.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El aprovechamiento del curso es evaluado mediante: exámenes parciales y final, en la asistencia y en el aprovechamiento del estudiante durante el semestre, y en informe final.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
Anderson, G.M., y Crerar, D.A., 1993, Thermodynamics in geochemistry. The equilibrium model: Oxford University Press, 608p.			
Brownlow, A., 1996, Geochemistry (2nd edition): Prentice Hall, 580p.			
Garrels, R.M., y Christ, C.L., 1965, Solutions, minerals and equilibria: harper and Row Publishers, New York, 450p.			
Gill, R., 1996, Chemical fundamentals of geology (Second edition): Chapman and Hall, 320p.			

Krauskopf, K.B., 1967, Introduction to geochemistry: Mc Graw-Hill Book Company, 721p.
Radelli, L., 1997, Invitación a la geoquímica: Editorial de la Universidad de Sonora.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Geoquímica con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	YACIMIENTOS MINERALES Y PETROGRAFÍA DE MENAS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Asimilar los elementos teóricos y metodológicos para el estudio en laboratorio y gabinete de los yacimientos minerales metálicos.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Presentación y estudio de tipos selectos de yacimientos minerales. Conocer y practicar sobre diversas técnicas para el estudio de los yacimientos minerales. Estudiar tipos selectos de yacimientos minerales por medio de síntesis bibliográficas. Estudiar yacimientos específicos utilizando la información existente y trabajando muestras procedentes de los mismos.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Técnicas para el estudio de los yacimientos minerales.</p> <p>I.1.- Petrografía.</p> <p>I.2.- Mineragrafía.</p> <p>I.3.- Geoquímica.</p> <p>I.4.- Microtermometría.</p> <p>I.5.- Isótopos estables.</p> <p>II.- Yacimientos en cúpulas graníticas.</p> <p>II.1.- El fenómeno de diferenciación y separación de las fases fluidas.</p> <p>III.- Yacimientos epitermales.</p> <p>IV.- Yacimientos de oro microscópico en series pelíticas y carbonatadas* (Tipo Carlin).</p> <p>V.- Yacimientos de oro en zonas de cizalla* (Shear-Zone). Caso del yacimiento de San Francisco.</p> <p>VI.- Estudio de los yacimientos de oro de Tajitos y La Choya, Sonora*.</p> <p>*Seminarios y trabajos prácticos presentados por los estudiantes incluyendo informes escritos.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso con diversas modalidades de talleres, prácticas de laboratorio y seminarios desarrollados por los alumnos, y conferencias magistrales de especialistas. Presentación de seminarios por parte del maestro y los alumnos, trabajos prácticos guiados por el maestro y trabajos bibliográficos personales de los estudiantes.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa por medio de exámenes escritos (70%) y trabajos de investigación (30%).			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Adkins, A.R., Rota, J. C. 1984. General Geology of the Carlin Gold Mine. AEG. Reno, Nev.. Field Trip N° 1. 8 p.</p> <p>Buchanan, L. J. 1980. Ore controls of vertically stacked deposits, Guanajuato, México. Society of Mining Engineers of AIME, Preprinter number 31-82. pp. 1-26.</p> <p>Clarke, M. Titley, S. 1988. Hydrothermal evolution in the formation of silver-gold veins in Tayoltita mine, San Dimas District, México. Ec. Geol. V. 83. pp. 1830-1840.</p> <p>Klessing, P.J. 1984. 1984. History and Geology of the Alligator Ridge gold mine White Pine Co., Nevada. AEG, Reno, Nev, Field Trip N° 2. 25p.</p> <p>Panze, A. J. et al. 1983, Gold-silver deposits of the San Juan mountains, Colorado. Colorado Mining Association. Mining yearbook. pp. 64-73</p> <p>Percival, T:J.; Bagby, W:C.; Radtke, A:S: Physical and chemical features of precious metal deposits hosted by sedimentary rocks in the Western U. S.. 24 p.</p> <p>Roberts, R.G, Sheahan, P.A. 1990. Ore Deposit Models. Geoscience. Canada, Reprint Seires 3.</p> <p>Rota, J.C. The Gold Quarry mine: History and general geology. 8 p.</p>			

- Routhier, P. 1980. Où sont les métaux pour l'avenir?. Mémoire du BRAGM N° 105. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Orleans, Francia. 410 p.
- Sillitoe, R.H., Bongham Jr. H.F. 1990. Sedimentary-hosted gold deposits: Distal products of magmatic-hydrothermal systems. *Geology*. V. 18. p. 157-161.
- Wood, J.D. Geology of the Sleeper gold deposit, Humboldt County, Nevada. 10 p.
- Vikre, P.G. Miocene precious metal depositing hydrothermal system at Buckskin, Mountain, Humboldt County, Nevada. 9 p.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSIBLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Geología Económica con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	ESTRATIGRAFIA AVANZADA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Desarrollar la habilidad para llevar a cabo estudios de estratigráficos regionales.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar la habilidad para establecer unidades estratigráficas y sus relaciones espaciales y temporales, así como posibles hipótesis acerca su génesis. Conocer los métodos para establecer y revisar unidades estratigráficas formales por medio de los conceptos y reglas establecidos en las guías de nomenclatura estratigráfica. Además de realizar análisis de facies sedimentarias en sucesiones estratigráficas, para finalmente aplicar sus conocimientos en la resolución de problemas estratigráficos y paleogeográficos. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Estratigrafía física.</p> <p>I.1.- Filosofía de la estratigrafía, aspectos básicos y subdivisiones.</p> <p>I.2.- Tipos de estratificación y los procesos que los originan.</p> <p>I.3.- Relaciones horizontales y verticales de las unidades estratigráficas.</p> <p>I.4.- Descripción de secuencias estratigráficas.</p> <p>II.- Relaciones espaciales y temporales de las unidades.</p> <p>II.1.- Espacio y tiempo en la estratigrafía.</p> <p>II.2.- Tiempo relativo, tiempo absoluto y la escala del tiempo geológico.</p> <p>II.3.- Discordancias y secuencias estratigráficas.</p> <p>II.4.- Correlación de secuencias.</p> <p>III.- Establecimiento formal de unidades.</p> <p>III.1.- Categorías de las unidades estratigráficas, su utilidad y su establecimiento formal.</p> <p>III.2.- Establecimiento formal y revisión de unidades estratigráficas.</p> <p>IV.- Análisis de secuencias por medio de facies.</p> <p>IV.1.- Facies, microfacies, ambientes de depósito y procesos sedimentológicos.</p> <p>IV.2.- Tipos, causas, consecuencias y evidencias en el registro estratigráfico de los cambios en nivel del mar.</p> <p>V.- Tectónica sedimentación y paleogeografía.</p> <p>V.1.- Tipos de cuencas y su dinámica.</p> <p>V.2.- Yuxtaposiciones estratigráficas.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
La mayor parte de este curso se impartirá en forma de ASESORIA, permitiendo así, que el alumno administre su tiempo de la mejor manera posible. La finalidad de impartir este curso, con la modalidad de trabajo de investigación individual por parte del alumno, es de que el alumno ponga en práctica sus conocimientos geológicos y de fomentar la investigación, iniciativa, y responsabilidad. Esto deberá de manifestarse por medio del cumplimiento oportuno de investigación de los temas a desarrollar, lecturas y tareas asignadas. Así como aplicación de experiencias de aprendizaje sobre temas específicos del contenido del curso al proyecto de tesis individual de cada alumno.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa en aspectos prácticos por medio de investigaciones bibliográficas sobre los temas del contenido del curso y experiencias de aprendizaje (tareas), aspectos teóricos (evaluaciones), asistencia a asesorías y/o clases, y reporte final de un Proyecto Global (aplicación de experiencias de aprendizaje a su proyecto de tesis).			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
AGER, D.V., 1981, The nature of the stratigraphic record (2nd ed.): John Wiley and Sons, New York, 122 p.			

- BLATT, H., MIDDLETON, G., MURRAY, R., 1980. Origin of sedimentary Rocks. Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 782 pp.
- BOGGS, Jr., S., 1987, Principles of sedimentology and stratigraphy: Merril Pub. co. 784p.
- BROOKFIELD, M.E, 2004, Principles of Stratigraphy , Blackwell Publishers, 256 p.
- CONDIE, K.C., 1997, Plate tectonics and crustal evolution, Butterworth Heinemann.
- COTILLON, P., 1993, Estratigrafía: Limusa-Noriega eds., México, D.F., 220 p.
- EINSELE, G., 1992, Sedimentary basins: Evolution, Facies and Sediment Budget: Springer-Verlag, Berlin, 628 p.
- HALLAM, A., 1981. Facies Interpretation and Stratigraphic Record. W.H. Freeman, San Francisco, 291 pp.
- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1976. International Stratigraphic Guide. Hedberg, H. D. (ed.), John Wiley and Sons, Nueva York, 200 pp.
- KEAREY, P. y Vine, F.J., 1990, Global Tectonics: Blackwell Scientific Publications, 302p.
- MATTAUER, M., 1976, Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre: Editorial Omega, Barcelona, 524p.
- MATTHEWS, R.K., 1974. Dynamic Stratigraphy. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 370 pp.
- MIALL, A.D., 1974. Principles of Sedimentary Basin Analysis Springer-Verlag, Nueva York, 490 pp.
- Monreal, R., Valenzuela, M. y González, C., 1994, A revision of the stratigraphic nomenclature for the Cretaceous of northern Sonora, and some paleogeographic implications: Bol. Depto Geol. UniSon, v. 11 (1), p. 171-190.
- NICHOLS, G, 1999, Sedimentology & Stratigraphy, Blackwell Science; 1st edition, Blackwell Science; 1st edition, 355p
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 2005. North American Stratigraphic Code, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 89(11), p. 1547-1591.
- PETTIJOHN, F.J., 1975. Sedimentary Rocks. Harper & Row, York, 3a. ed., 628 pp.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E., SIEVER, R., 1973. Sand and Sandstone. Springer-Verlag, Nueva York, 618 pp.
- PROTHERO, D.R., 1990, Interpreting the stratigraphic record: W.H. Freeman and Co., New York, 410p.
- READING, H.G., 1996, *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy* (3rd. Ed.): Blackwell Scient. Pub, Oxford, 688 p.
- SALVADOR, A., 1994, International stratigraphic guide (2nd. edition): The International Union of Geological Sciences and The Geological Society of America, Inc., 214 p.
- SCHOCH., R.M., 1989, Stratigraphy: Principles and methods: Van Nostrand Reinhold, New York, 375p.
- SHAW, A.B. 1964.- Time in Stratigraphys International Series in the earth sciences, McGraw-Hill Book Company, New York, 365 pp.
- VERA, J.A., 1994, Estratigrafía: Principios y Métodos: Rueda, Madrid, 805 p.
- WALKER, R.G., 1984, *Facies models* (2nd Ed.): Geol. Soc. Can., Toronto, Canada, 315 p.
- WILSON, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. Springer-Verlag, Nueva York, 471 pp.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSIBLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en estratigrafía o sedimentología con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PETROLOGÍA AVANZADA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
El estudiante aprenderá los procesos petrogenéticos de las rocas ígneas y metamórficas o sedimentarias			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
El estudiante adquirirá los conocimientos y herramientas de base que le permitan: entender la literatura especializada de la petrología endógena o exógena con el enfoque actual, y sea capaz de diseñar y efectuar un trabajo petrológico de un área.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
Modulo1 Petrología Endógena			
I.- Definición de conceptos básicos de la petrogénesis magmática.			
II.- El principio de “serie de rocas ígneas” y los diferentes tipos.			
III.- Criterios para la caracterización de las series de rocas ígneas.			
III.1.- Criterios de campo y estructurales.			
III.2.- Criterios petrográficos y mineralógicos.			
Ejemplos de asociaciones minerales y su ocurrencia.			
III.3.- Criterios geoquímicos.			
Elementos mayores, traza e isótopos como herramientas de caracterización.			
III.4.- Criterios genéticos.			
IV.- Distribución espacio-temporal de las series magmáticas en un contexto geodinámico.			
V.- Frontera entre la petrología magmática y la metamórfica.			
VI.- Conceptos básicos de la petrogénesis metamórfica.			
VII.- Concepto de facies metamórfica.			
VIII.- La red petrogenética.			
VIII.1- Geotermobarometría práctica			
IX.- El contexto Geodinámico de las rocas metamórficas.			
Modulo 2 Petrología Exógena			
I.- Rocas carbonatadas			
I.1.- Clasificación			
I.2.- Partículas que constituyen las rocas carbonatadas			
I.3.- Diagénesis/cementantes			
II.- Rocas detríticas			
II.1.- Componentes			
II.2.- Aspectos texturales			
II.3.- Clasificación			
II.4.- Diagénesis			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
La metodología consiste en un curso teórico-práctico en módulos de petrología endógena o exógena dependiendo del interés del estudiante. Este curso utilizará el contenido en función de la temática requerida (endógena o exógena). Se pretende despertar y/o desarrollar el interés por la investigación en el estudiante, mediante trabajos de consulta bibliográfica, disertación-exposición y el desarrollo de un tema de investigación de importancia regional. Se sugiere que los alumnos que cursan esta materia hayan cursado las materias de petrología correspondientes (como ígnea y metamórfica para petrología endógena).			

Se efectuará trabajo práctico: de preparación de muestra de roca para análisis diversos, de petrografía y de computadora para los cálculos petroquímicos. Se efectuará al menos una salida al campo.

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Dos exámenes teóricos 30%, un examen práctico más reportes de práctica 30% y trabajos de investigación y consulta bibliográfica más trabajo final 40%.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

Petrología Endógena:

- Best M.G & Christiansen E.H. (2001) - Igneous Petrology; Blackwell Science, Inc, USA; 458 pp.
 Best M.G (2003) 2d Edit - Igneous and Metamorphic Petrology; Blackwell Science, Inc, USA; 727 pp.
 Blatt, H., Tracy R., Owens B. (2006) -Petrology : Igneous, Sedimentary and Metamorphic; Freeman and Company., New York; 530 pp.
 Ehlers E.G. & Blatt, H. (1980) -Petrology :Igneous, Sedimentary and Metamorphic; Freeman. Co., San Francisco; 732 pp.
 Ehlers E.G. (1972) -The Interpretation of Geological Phase Diagrams; Dover Edit.; 280 pp.
 Fisher R.V. & Schmincke H.U. (1984) -Pyroclastic Rocks; Springer-Verlag, Berlin; 472 pp.
 Girod M. Edit. (1978) -Les roches volcaniques : Pétrologie et cadre structural; Doin Edit. Paris; 239 pp.
 Hall A. (1985) - Igneous Petrology; Longman Scientific & Technical, USA. 573 pp.
 Hyndman D.W. (1972) -Petrology of Igneous and Metamorphic rocks; McGraw Hill., New York; 533 pp.
 Hughes C.J. (1982)- Igneous Petrology; Elsevier Sci. Pub. Co., New York; 551 pp.
 Le Maitre R.W. Edit. (2002) -A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms (IUGS) 2nd Edition; Blackwell Scientific publications; 236 pp.
 Mehier B. (1995) - Magmatisme et Tectonique de Plaques; Elipses; 256 pp.
 Morse S.A. (1980) -Basalts and Phase Diagrams: An Introduction to the Quantitative Use of Phase Diagrames in Igneous Petrology; Springer-Verlag; 477 pp.
 Philpott A.R. (1990) -Principles of Igneous and Metamorphic Petrology; Prentice Hall, New Jersey; 498 pp.
 Rollinson H.R. (1993) - Using geochemical data: evaluation presentation, interpretation; Long Sc. Tech. And John Wiley & Sons; 352 pp.
 Schmincke H.U. (2004) -Volcanism; Springer-Verlag, Berlin; 324 pp.
 TREATISE on GEOCHEMISTRY (2003) Holland H.D. & Turekian K.K Eds. (10 tomos), Elsevier
 Vernon R.H. (2004)- A practical guide to Rock Microstructure; Cambridge University Press; 594 pp.
 Wilson M. (1989) -Igneous Petrogenesis : A global tectonic approach; Unwin Hyman, London; 466 pp.
 Revistas periódicas especializadas : Para consulta en la bibliotecas de la DCEyN-UNISON y de la ERNO-UNAM:
 Journal of Petrology, GSA Bulletin, Geology, Canadian Mineralogist, American Mineralogist, etc

Petrología Exógena:

- Blatt, H., 1982, Sedimentary petrology: W.H. Freeman and Company, 564p.
 Blatt, h., Middleton, g., Murray, r., 1980. Origin of sedimentary Rocks: Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 782 pp.
 Carozzi, A.V., 1989, Carbonate rock depositional models: a microfacies approach: Prentice Hall, 604p.
 Chilingar, G.H., Bissel, H.J., Fairbridge, R.W. (eds.), 1967, Developments in sedimentology 9A, Carbonate rocks, Part A: Elsevier Publishing Co., 471p.
 Chilingar, G.H., Bissel, H.J., Fairbridge, R.W. (eds.), 1967, Developments in sedimentology 9B, Carbonate rocks, Part B: Elsevier Publishing Co., 413P.
 Connyveare, C.E.B., 1979. Lithostratigraphic Analysis of Sedimentary Basins: Academic Press., New York, 555p.
 Dunbar, C.O., Rodgers, J., 1957. Principles of stratigraphy John Wiley & Sons, Nueva York, 356 pp.
 Hallam, A., 1981. Facies Interpretation and Stratigraphic Record: W.H. Freeman, San Francisco, 291 pp.
 Ham, W. (ed.), 1961, Classification of carbonate rocks: Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Memoir 1, 279p.
 Kay, M. and Colbert, E.D. 1965 Stratigraphy and Life History: John Wiley A. Sons, New York, 735 pp.
 Krumbein, W.C. and Sloss L.L. 1963. Stratigraphy and Sedimentation, 29 ed: Freeman, San Francisco, California.
 Laporte, L., 1968. Ancient Environments: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
 Matthews, R.K., 1974. Dynamic Stratigraphy: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 370 pp.
 Miall, A.D., 1974. Principles of Sedimentary Basin Analisis: Springer-Verlag, Nueva York, 490 pp.

- Monreal, R., Montijo, a, Almazan, E.1997, Co- “Guia para el Estudio Petrográfico de Rocas Carbonatadas”, editado por la UNISON, 99p.
- Monreal, R., Montijo, A. y Grijalva, F., 2000, Guía para el estudio petrográfico de rocas detríticas: Univ. de Sonora, Col Textos Acad. 2, 86p. ISBN: 9687713984.
- Montijo A., Monreal R, Grijalva F., Perez, O, y Almazán E. 2005, Petrografía de rocas carbonatadas: Univ. de Sonora, Col Textos Acad. 42, 125p. ISBN: 970689241-9.
- Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks: Harper & Row, York, 3a. ed., 628 pp.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., and Siever, R., 1973, Sand and Sandstone: Springer-Verlag, 618p.
- Reading, H.G., 1978. Sedimentary Environments and facies: Elsevier, Nueva York, 557 pp.
- Selley, R.C., 1976. An Introduction to Sedimentology: Academic Press, Nueva York, 408 pp.
- Selley, R.C., 1978. Ancient Sedimentary Environments: Cornell Univ. Press, Ithaca, Nueva York, 2a. ed., 287p.
- Walker, R.G. (ed.), 1984, Facies models: Geoscience Canada, Reprint Series 1, 317p.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History: Springer-Verlag, Nueva York, 471 pp.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias, con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	HIDROGEOLOGÍA AVANZADA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
El estudiante aprenderá conceptos teóricos básicos para estudiar el comportamiento físico y químico del agua subterránea y técnicas de evaluación prácticos.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> El alumno conocerá los elementos del ciclo hidrológico y aplicará su evaluación al entendimiento y medición de los conceptos de hidrogeología subterránea. Procesará los datos obtenidos que definen el comportamiento físico y químico del flujo subterráneo. Se estudiarán los diferentes tipos de acuíferos, así como los principios físicos que los gobiernan. Realizará prácticas de campo consistentes en ejecución de pruebas de bombeo para obtener parámetros hidráulicos. Se hará una revisión de diversos software y métodos cartográficos de SIG aplicados a la obtención de métodos de interpretación y visualización de mapas hidrogeológicos. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>1.- Introducción general a la hidrogeología (4h)</p> <p>1.1.- Introducción a los conceptos básicos del CICLO HIDROLÓGICO</p> <p>1.1.1.- Los Procesos Hidrológicos Superficiales: precipitación, escurrimiento, infiltración, evaporación-evapotranspiración, métodos de medición y procesamiento de datos.</p> <p>1.2.- Geología, básica del sistema tierra. Física y tectónica de placas. La historia y estructura de la tierra. Divisiones de la Atmósfera. Divisiones del ambiente. Tiempo, clima y Paleoclima. Evolución de la Tierra y la Atmósfera.</p> <p>1.3.- Geología aplicada a la hidrología subterránea</p> <p>1.3.1.- Clasificación de las rocas como medios hidrogeológicos: Rocas primarias y secundarias (Igneas intrusivas y extrusivas; Sedimentarias/Detríticas y Carbonatadas); Rocas Metamórficas. Sedimentos detríticos.</p> <p>1.4.- Exploración Hidrogeológica</p> <p>1.4.1.- Cuencas sedimentarias y Cuencas hidrológicas.</p> <p>1.4.2.- Hidroestratigrafía</p> <p>1.4.3.- Hidrotectónica.</p> <p>1.4.4.- Cartografía hidrogeológica.</p> <p>2.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.</p> <p>2.1.- Origen del agua subterránea. Porosidad y Permeabilidad.</p> <p>2.1.1.- Importancia de la zona no saturada.</p> <p>2.1.2.- Zona Saturada.</p> <p>2.1.3.- Tipos y Flujo de medios porosos.</p> <p>2.1.4.- Caracterización de la matriz sólida en medios porosos.</p> <p>2.1.5.- Tipos de acuíferos.</p> <p>2.2.- Movimiento del agua subterránea.</p> <p>2.2.1.- Ley de Darcy. Definiciones y conceptos generales. Almacenamiento de agua subterránea.</p> <p>2.2.2.- Ecuaciones de flujo del agua subterránea Régimen permanente y variable. Ecuación de continuidad.</p> <p>2.2.3.- Potenciometría. Potencial de fuerzas y Potencial de velocidades.</p> <p>2.2.4.- Configuración piezométrica. Líneas de flujo.</p> <p>3. HIDRÁULICA DE POZOS</p> <p>3.1.- Acuíferos Confinado y No confinado (Libre) Parámetros hidráulicos.</p> <p>3.2.- Modelos métodos y aplicaciones. Ensayos de Bombeo. Pruebas de bombeo a caudal constante. Flujo unidireccional a un pozo.</p>			

3.3.- Fronteras impermeables y de carga constante. Teoría de las imágenes
3.4.- Ecuación de balance.

MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La mayor parte de este curso se impartirá en forma de ASESORIA, permitiendo así, que el alumno administre su tiempo de la mejor manera posible. La finalidad de impartir este curso, con la modalidad de trabajo de investigación individual por parte del alumno, es de que el alumno ponga en práctica sus conocimientos geológicos y de fomentar la investigación, iniciativa, y responsabilidad. Esto deberá de manifestarse por medio del cumplimiento oportuno de investigación de los temas a desarrollar, lecturas y tareas asignadas. Así como aplicación de experiencias de aprendizaje sobre temas específicos del contenido del curso al proyecto de tesis individual de cada alumno.

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

El curso se evalúa en aspectos prácticos por medio de investigaciones bibliográficas sobre los temas del contenido del curso y experiencias de aprendizaje (tareas), aspectos teóricos (evaluaciones), asistencia a asesorías y/o clases, y reporte final de un Proyecto Global (aplicación de experiencias de aprendizaje a su proyecto de tesis).

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

Arnáiz, M. M. en Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea: Prentice Hall Int.
Astier, J.L., 1982, Geofísica aplicada a la Hidrogeología. Ed. Paraninfo, S.A. España. 344 p.
Bouwer, H., 1978, Groundwater hydrology. Mc Graw-Hill Book Co. 469 p.
Brassington, R. 1990, Field Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc. USA. 175 p.
Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea.
Davis, S.N. and De Wiest, J.M., 1969, Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc. USA. 463 p.
Fetter, C.W., 1994, Applied Hydrogeology: Prentice Hall. Eng. N.J., USA.
Fetter, C.W., 2001, Applied Hydrogeology: Prentice Hall. Eng. N.J., USA.
Fletcher G. Driscoll, 1995, Groundwater and Wells, 2nd Ed., Johnson Screens St. Paul Minnesota, Library of Congress Catalog Card Number 85-63577.
Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, 1986, Groundwater: Prentice Hall Int. Inc. London.
Jarret, A.R., 2000, Water management, Chapter 1, pp.1-15. Chapter 5, pp.63-97. Kendall Hunt, Pub. Co. USA.
Kovács, G., 1981, Subterranean Hydrology: Water Res. Pub., USA.
Llamas R., y Galofre A. en Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea.
Todd, D., 1959, Groundwater Hydrology: Tappan, Co. LTD, Tokyo, Japan
Doménico, P., 1990, Physical and Chemical Hydrogeology.: John Wiley and Sons, USA.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Hidrogeología con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	GEOLOGÍA AMBIENTAL		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Conocer los principios teóricos de los procesos geológico-ambientales más importantes.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<p>Proporcionar al estudiante el conocimiento básico necesario para que pueda entender y analizar impacto de los fenómenos geológicos sobre el hombre y el del hombre sobre el entorno ambiental, conociendo los diferentes riesgos geológicos ambientales que afectan a las concentraciones humanas. Estas herramientas son la base, para que a futuro pueda evaluar, prevenir, remediar y modelar los impactos ambientales naturales y antropogénicos que inciden en la relación cotidiana del hombre con la naturaleza. De esta forma estará capacitado para brindar apoyo a profesionales de la planeación, ordenadores de uso del suelo, prevención de desastres y del servicio público para prevenir, atenuar y amortiguar impactos ambientales.</p>			
CONTENIDO SINTÉTICO			
Reflexiones introductorias.			
I.- Introducción a las ciencias ambientales.			
I.1.- Modificación ambiental. Población y uso de recursos. Respuesta humana a riesgos.			
I.1.1.- Suelos cobertura, importancia como masa - Cambio de uso de suelo. Estabilidad de taludes.			
I.2.- Los procesos fluviales y lacustres. Procesos costeros y procesos eólicos.			
I.3.- Karst			
I.4.- Fundamentos de Geología ambiental. Cambio climático global (IPCC)			
I.4.1.- La gestión ambiental sistemática (conservación, preservación, gestión).			
I.5.- Planificación (niveles de planificación).			
II. Riesgos geológicos 1. Sismología y sismotectónica.			
II.1.- Teoría de Tectónica de Placas			
II.2.- Actividad Sísmica- Riesgo tectonosísmico			
II.3.- Escalas de Richter (Magnitud) y Mercalli (Intensidad) modificadas. Escala de severidad.			
II.4.- Sismos en la Historia y Sismicidad histórica.			
II.5.- Sismología y sismos. Potencial sísmico de la República Mexicana			
II.5.1.- Riesgos sísmicos (primarios y secundarios)			
II.5.2.- Predicción y mitigación de riesgos sísmicos.			
II.6.- Deformación sísmica, ondas sísmicas, sismógrafos y sismogramas			
II.7.- Actividad sísmico-volcánica - Terremotos y fenómenos relacionados. Ingeniería sísmica.			
II.8.- Geodinámica por erupción de volcanes y sismos.			
II.9.- Glosario de términos comunes (National Earthquake Information Center, USGS).			
III. Riesgos geológicos 2. Volcanismo.			
III.1.- Actividad volcánica y Tectónica de Placas. Distribución y tectónica. Volcanismo en México y el Noroeste			
III.2.- Clasificación de volcanes y sus productos.			
III.3.- La tierra sería inhabitable sin volcanes; la Tierra sería inhabitable con demasiados volcanes.			
III.4.- Riesgo volcánico. Efectos atmosféricos.			
III.5.- Acciones de protección civil por riesgo volcánico. Datos técnicos.			
III.6.- Predicciones y señales de alerta civil (jerarquías de alerta). Datos sociales.			
III.6.1.- Ejemplos de destrucción por riesgo volcánico. Evaluación de diferentes tipos de riesgos.			
IV Explotación geológica: recursos minerales y energéticos			
IV.1.- Impacto ambiental de la minería. Impacto geológico ambiental de la actividad minera.			
IV.2.- Factores geológicos ambientales que condicionan la excavación en una mina a cielo abierto.			
IV.3.- Centrales nucleares. Disposición y transporte de desechos radiactivos.			

IV.4.- Impacto geológico ambiental de exploración y explotación de hidrocarburos. Fuentes energéticas alternas
 IV.5.- Combustión de hidrocarburos y efecto invernadero (calentamiento global) sistema Tierra y aire ur
 Termómetros geológicos: continentales y oceánicos.

V Suelos: efectos geológico ambientales: erosión e intemperismo.

V.1.- Región natural (tipos). Medio geográfico (fisiografía y geomorfología/ provincias)

V.2.- Clasificación climática. Climas en Sonora. Fenómenos meteorológicos. Fenómenos geológicos. Deforestación
 Desertificación.

V.3.- Clasificación edáfica y descripción geoambiental de suelos. Componentes orgánicos e inorgánicos (USCS)

V.4.- Deterioro de recursos forestales. Degradación del suelo. Calidad de suelos. Significado. Pedones.

V.5.- Deslizamiento de tierra. Efecto de estabilidad de taludes. Desplazamiento de masa y paisaje.

V.6.- Escurrimientos: solifluxión, flujo de tierra y flujo de lodo.

V.7.- Avalanchas continentales y submarinas. Desplomes, Deslizamientos y caída de rocas. Movimiento de fragmentos
 de roca.

VI Riesgo hidrometeorológico.

VI.1.- El Ciclo hidrológico, Fenómenos meteorológicos: El Niño, La Niña, Huracanes, Tifones, Ciclones.

VI.2.- Hidrología superficial: Crecientes, orígenes, procedimientos de estimación.

VI.3.- Presas tipos, Selección de sitios y problemática ambiental. Control del depósito de sedimentos. Ríos e
 inundaciones.

VI.4.- La Sequía: Tipos de sequía: conceptual, operacional, meteorológica, en la agricultura, hidrológica
 socioeconómica.

VII Riesgo hidrológico ambiental

VII.1.- Ocurrencia del agua subterránea, propiedades de las rocas. Formaciones geológicas como acuíferos.

VII.2.- Química del agua. Unidades y terminología. Composición química del agua en el ciclo hidrológico.

VII.3.- Vulnerabilidad del agua subterránea y sensibilidad de acuíferos: métodos de evaluación y cartografiado.

VII.4.- Restauración de acuíferos. Métodos hidrogeológicos para monitorear y controlar la contaminación de
 acuíferos.

MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología consiste en un curso teórico-práctico en módulos de Geología Ambiental dependiendo del
 interés del estudiante. Este curso utilizará el contenido en función de la temática requerida. Se pretende despertar y/o
 desarrollar el interés por la investigación en el estudiante, mediante trabajos de consulta bibliográfica, disertación-
 exposición y el desarrollo de un tema de investigación de importancia regional.

Se efectuará trabajo práctico: de preparación de muestra de suelos o agua y análisis diversos, interpretación de datos para
 un trabajo final.

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Dos exámenes teóricos 30%, un examen práctico más reportes de práctica 30% y trabajos de investigación y
 consulta bibliográfica más trabajo final 40%.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

Arnáiz, M. M. en Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea: Prentice Hall Int.

Astier, J.L., 1982, Geofísica aplicada a la Hidrogeología. Ed. Paraninfo, S.A. España. 344 p.

Bouwer, H., 1978, Groundwater hydrology. Mc Graw-Hill Book Co. 469 p.

Brassington, R. 1990, Field Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc. USA. 175 p.

Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea.

Davis, S.N. and De Wiest, J.M., 1969, Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc. USA. 463 p.

Fetter, C.W., 1994, Applied Hydrogeology: Prentice Hall. Eng. N.J., USA.

Fetter, C.W., 2001, Applied Hydrogeology: Prentice Hall. Eng. N.J., USA.

Fletcher G. Driscoll, 1995, Groundwater and Wells, 2nd Ed., Johnson Screens St. Paul Minnesota, Library of Congress
 Catalog Card Number 85-63577.

Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, 1986, Groundwater: Prentice Hall Int. Inc. London.

Jarret, A.R., 2000, Water management, Chapter 1, pp.1-15. Chapter 5, pp.63-97. Kendall Hunt, Pub. Co. USA.

Kovács, G., 1981, Subterranean Hydrology: Water Res. Pub., USA.

Llamas R., y Galofre A. en Custodio y Llamas, 1976, Hidrología subterránea.

Todd, D., 1959, Groundwater Hydrology: Tappan, Co. LTD, Tokyo, Japan
Doménico, P., 1990, Physical and Chemical Hydrogeology, : John Wiley and Sons, USA.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Geología Ambiental con doctorado

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	GEOFÍSICA APLICADA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Proporcionar al alumno una introducción de los aspectos teóricos, técnicas de campo, procesamiento e interpretación de datos de los métodos potenciales y eléctricos utilizados en la prospección geofísica.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
El alumno comprenderá los conceptos de campo gravitacional, campo magnético, campo eléctrico y campo electromagnético y revisará sus ecuaciones fundamentales. Analizará y evaluará las condiciones físicas bajo las que se fundamenta la gravimetría, magnetometría y métodos eléctricos. Revisará las técnicas de campo de los distintos métodos. Relacionará aspectos geológicos con los distintos métodos geofísicos. Discutirá aspectos de interpretación y aplicaciones.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Introducción</p> <p>I.1.- Introducción a los métodos geofísicos</p> <p>I.2.- Clasificación de los métodos</p> <p>I.3.- Métodos pasivos y activos</p> <p>I.4.- Aplicaciones de los métodos de prospección</p> <p>I.5.- Definición de campos potenciales de origen natural</p> <p>I.6.- Campo gravitacional terrestre; el esferoide de referencia y el geode</p> <p>I.7.- Densidad de las rocas.</p> <p>I.8.- Variables y unidades gravimétricas</p> <p>I.9.- Instrumentos de medición, gravímetros</p> <p>II.- El potencial gravimétrico</p> <p>III.- Levantamiento gravimétrico</p> <p>III.1.- Reducción de datos</p> <p>IV.- El campo geomagnético</p> <p>IV.1.- Campo principal, variaciones temporales</p> <p>IV.2.- Magnetismo de las rocas</p> <p>IV.3.- Magnetismo de los materiales, magnetización inducida y remanente</p> <p>IV.4.- Susceptibilidad magnética de minerales y rocas</p> <p>IV.5.- Variables y unidades magnéticas</p> <p>IV.6.- Instrumentos de medición, magnetómetros</p> <p>V.- El potencial magnético</p> <p>VI.- Levantamiento magnético</p> <p>VI.1.- Reducción de datos</p> <p>VI.2.- Correcciones</p> <p>VII.- Procesamiento de datos potenciales</p> <p>VII.1.- Separación regional – residual</p> <p>VIII.- Interpretación de datos</p> <p>IX.- Aplicaciones. Casos históricos.</p> <p>X.- Propiedades electromagnéticas de las rocas</p> <p>X.1.- Resistividad</p> <p>X.2.- Tipos de conducción eléctrica en las rocas y minerales</p> <p>X.3.- Resistividad de las rocas.</p> <p>X.4.- Constante dieléctrica, permeabilidad y susceptibilidad magnética</p> <p>X.5.- Anisotropía</p>			

<p>X.6.- La ley de Archie</p> <p>XI.- Ecuaciones básicas</p> <p>XII.- Método de resistividad. Subsuelo homogéneo</p> <p>XIII.- Método de resistividad. Subsuelo estratificado</p> <p> XIII.1.- Sondeos eléctricos verticales</p> <p> XIII.2.- Propiedades de las curvas de resistividad aparente</p> <p>XIV. Aplicaciones. Casos históricos.</p>
<p>MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE</p> <p>Exposición oral y audiovisual por parte del instructor y los alumnos. El maestro le asigna al alumno la revisión y documentación de los temas que se van a revisar en clase. El alumno deberá documentarse sobre el tema antes de asistir a clase. El maestro expondrá los temas de manera general y propiciará la discusión entre los participantes, respondiendo a dudas o profundizando en ciertos temas. Los alumnos expondrán algunos temas relacionados a la aplicación y casos de estudio de algunos métodos. Ejercicios dentro y fuera de clase. Lecturas obligatorias y trabajos de investigación. Prácticas de campo</p>
<p>MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN</p> <p>Exámenes orales y/o escritos (teoría), tareas, investigación y exposición, práctica de campo y proyecto final.</p>
<p>BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO</p> <p>Blakely, R. J., 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge, University Press.441 p.</p> <p>Burger, R. H., 1992. Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface. Prentice Hall,Inc., 489 p.</p> <p>Cantos F. J., 1974.Tratado de Geofísica Aplicada. Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Minas.520 p.</p> <p>Dobrin.M.B., 1975.Introducción a la Prospección Geofísica. Omega. 483 p.</p> <p>Garland, G., 1979. Introduction to Geophysics; mantle, core and crust. W.B. Saunders Co. 494 p.</p> <p>Grant and West. 1965. Interpretation Theory in Applied Geophysics. Mc. Graw-Hill Inc., 584 p.</p> <p>Orellana E., 1982.Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Paraninfo, Editorial S. A.578 p.</p> <p>Sharma, P.V.,1986. Geophysical Methods in Geology. Elsevier Science Publishing Co., Inc., 442 p.</p> <p>Telford, Geldart, Sheriff and Keys, 1976. Applied Geophysics. Cambridge Univ. Press.860 p.</p>
<p>PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA</p> <p>Doctor en Geofísica</p>

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	GEOLOGÍA Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Capacitar al alumno para desarrollar estudios estructurales de rocas y regiones mediante el uso de las técnicas más comunes.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Conocer, manejar y aplicar los conceptos sobre deformación de las rocas, así como su representación por medio de diferentes metodologías. También comprenderá las formas en que se puede llevar a cabo la deformación estructural de las rocas.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Introducción: Tectónica de Placas y deformación, Origen de las estructuras, Distensión y comprensión a nivel global y regional.</p> <p>II.- Esfuerzos.</p> <p>III.- Deformación.</p> <p> III.1.- Parámetro de la deformación.</p> <p> III.2.- Tipos de deformación (homogénea y heterogénea).</p> <p> III.3.- Cizallamientos simple y puro.</p> <p> III.4.- Elipsoide de la deformación y diagrama de Flinn.</p> <p> III.5.- Mediciones del elipsoide de la deformación a partir de la deformación de objetos.</p> <p>IV.- Relaciones Esfuerzo – Deformación.</p> <p>V.- Representación de las estructuras.</p> <p> V.1.- Geología: problemas de representación.</p> <p> V.2.- Ejercicios de cartografía.</p> <p> V.3.- Proyecciones estereográficas.</p> <p> V.4.- Secciones balanceadas.</p> <p>VI.- Distensión (Ambientes tectónicos propicios a la distensión).</p> <p>VII.- Comprensión (Ambientes tectónicos propicios a la comprensión).</p> <p>VIII.- Fallas (Deformación discontinua).</p> <p>IX.- Pliegues (Deformación continua).</p> <p>X.- Microestructuras.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso tipo teórico-práctico. Clase aula y trabajo en campo.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El aprovechamiento del curso es evaluado mediante exámenes parciales y final, en la asistencia y en el aprovechamiento del estudiante durante el semestre, y en un informe final enfocado al proyecto de tesis de cada alumno.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Marshak S, y Mitra G., 1988, Basic methods of structural geology: Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ.</p> <p>Ramsay J.G. y Huber, M.I., 1983/1987, The techniques of modern structural geology, Volumen 1 y 2: Academic Press, New York, 700p.</p> <p>Hobbs, E.B, Means, W.D. y William, P.F., 1976, An outline of structural geology: John Wiley and Sons, New York, 571p.</p>			

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Geología Estructural con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	GEOLOGÍA DEL NOROESTE DE MÉXICO		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Que el alumno conozca la geología del noroeste de México, así como de su problemática.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Este Curso tiene dos objetivos interrelacionados: (a) aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en el curso de Tectónica a casos concretos y, por razones geográficas fácilmente accesibles a la observación directa de los estudiantes; y (b) familiarizarlos con los datos existentes y los problemas de la geología de la región en la cual, presumiblemente, tendrán que desarrollar, por lo menos en gran parte y en su mayoría, durante su actividad profesional. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>Descripción, análisis e interpretación de los eventos sedimentarios, volcánicos, intrusivos, tectono/estructurales y metamórficos que hayan dejado impresos sus efectos en las rocas que afloran en el noroeste de México (Baja California, Baja California Sur y Sinaloa). El análisis se efectuará con un sentido narrativo histórico desde los eventos acaecidos durante el precámbrico, hasta aquellos que se están desarrollando actualmente.</p> <p>I.- América (Laurencia) y Gondwana. II.- La Orogenia Triásico Inferior. III.- La Orogenia Nevadiana. IV.- La Orogenia Mesocretácica. V.- Batolito Peninsular y Batolito de Sonora. VI.- Los Eventos Terciarios.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso teórico-práctico con énfasis en práctica de campo. Asignación de lecturas enfocadas al conocimiento de la información geológica existente del noroeste de México.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
Basada en exámenes, desarrollo del alumno durante el curso y sobre todo en reportes de práctica de campo.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Baird, A.K. and Miesch, A.T., 1984, USGS prof Paper 1284, 42 p. Cochemé J.J., 1981, CRAS Paris, t. 293, Série II, p. 989-992. Cochemé JJ, 1985, Thèse d'Etat, Univ. Aix-Marseille, 209 p. y referencias citadas. Cochemé J.J. and Demant, A., 1991, In Studies of Sonoran geology. GSA, Special Paper 24, p. 81-94. Damon et al., 1983, XV Conv. Nal Asoc. Ing. Minas, Metal. y geol. de México, Mem. Guadalajara, p. 63-95. Fyfe, W.S., 1992, Magma underplating of continental crust. Journ. of Volcanology and Geothermal Research, v.50, p. 33-40. Gastil. G., 1990a, Zoned plutons of the Peninsular Ranges in Southern and Baja California. Univ. Mus., Univ. Tokyo, Nature and Culture, n. 23, p. 77-90. Gastil, G. et al., 1994, Rev. Mex. Ciencias Geol., UNAM, v. 11, n. 2, p.157-167. Gonzalez-León, C., 1979, In: Geology of northern Sonora, Geol. Soc. of Amer., Annual Meeting, Guidebook, Field Trip n. 27, p. 32-48. Gromet, L.P., and Silver, L.T., 1987, Journ. of Petrology, v. 28, part 1, p. 75-125. Radelli, L., 1986, Bol. Depto Geol. Uni-Son, v. 3, n.1, p. 51-146.</p>			

- Radelli L., 1990 (1987) Actas fac. Ciencias Tierra UANL, Linares, [IUGS, IGCP, UNESCO], v. 4, p. 291-307
- Radelli L., 1994, Bol. Depto Geol. Uni-Son, v. 11, p. 191-210.
- Radelli, L., 1995, Bol. Depto Geol. UniSon, v. 12, n. 1, p.101-108.
- Radelli L. et al., 1987, Bol. Depto Geol. Uni-Son, v. 4, n. 1-2, p. 31-39.
- Radelli et al., 1993, Bol. Depto Geol. Uni-Son, v. 10, n. 1, p. 63-110.
- Radelli L. et Calmus T., 1988, Suture et nappes d'âge névadien sur la bordure sud du Colorado (California, Arizona, USA; Sonora, Mexique). Géologie Alpine (Grenoble, France), t. 64, p. 105-112.
- Rangin, C., 1982, Thèse d'Etat, Univ. P. et M Curie, Paris, 588 p.
- Tosdal et al., 1989, In : Geologic evolution of Arizona. Geological Society of Arizona Digest 17, p. 397-434.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Profesor con doctorado con experiencia y conocimiento de la Geología de Sonora.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	MICROFACIES		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Llevar a cabo estudios de análisis de microfacies en rocas carbonatadas por medio de la metodología recomendada para ello. Esto con el fin de que el alumno pueda realizar análisis de los ambientes de sedimentación de secuencias estratigráficas carbonatadas.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> Hacer uso de las clasificaciones más importantes para las rocas carbonatadas, así como las partículas que las constituyen y sus alteraciones diagenéticas. Interpretar el origen de las rocas carbonatadas por medio de microfacies. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Generalidades.</p> <p>I.1.- Concepto y estudios de microfacies.</p> <p>I.2.- Modelos de facies carbonatadas.</p> <p>II.- Clasificación:</p> <p>II.1.- Generalidades,</p> <p>II.2.- Tipos de Clasificación.</p> <p>III.- Partículas que constituyen las rocas carbonatadas:</p> <p>III.1.- No esqueléticos (no biogénicos),</p> <p>III.2.- Esqueléticos (biogénicos).</p> <p>IV.- Diagénesis/cementantes:</p> <p>IV.1.- Generalidades,</p> <p>IV.2.- Cementación y tipos de cementos,</p> <p>IV.3.- Esparita/micrita,</p> <p>IV.4.- Neomorfismo,</p> <p>IV.5.- Ambientes, procesos y zonas diagenéticas,.</p> <p>V.- Ambientes sedimentarios y microfacies.</p> <p>V.1.- Clasificación de ambientes marinos y sus características.</p> <p>V.2.- facies, microfacies y modelos de facies.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso impartido en la modalidad de una combinación de clase aula y trabajo individual por parte del alumno, en donde el estudiante desarrolla investigación de temas específicos relacionados con la teoría asesorado por el instructor del curso. También contiene un aspecto práctico que involucra análisis de muestras de roca bajo el microscopio, que pudieran ser de áreas de interés (proyectos de tesis) para los alumnos del curso.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
La evaluación del aprovechamiento del alumno se evalúa a través de: 1) Aspectos prácticos (investigaciones de temas y tareas), 2) Aspectos teóricos (exámenes), 3) Asistencia a asesorías y/o clases. 4) Reporte escrito sobre análisis de microfacies de muestras bajo el microscopio de preferencia sobre el proyecto de tesis individual del alumno.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Blatt, H., 1982, Sedimentary petrology: W.H. Freeman and Company, 564p.</p> <p>Blatt, h., Middleton, g., Murray, r., 1980. Origin of sedimentary Rocks: Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 782 pp.</p> <p>Carozzi, A.V., 1989, Carbonate rock depositional models: a microfacies approach: Prentice Hall, 604p.</p>			

- Connyveare, C.E.B., 1979. Lithostratigraphic Analysis of Sedimentary Basins: Academic Press., New York, 555p.
- Hallam, A., 1981. Facies Interpretation and Stratigraphic Record: W.H. Freeman, San Francisco, 291 pp.
- Ham, W. (ed.), 1961, Classification of carbonate rocks: Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Memoir 1, 279p.
- Flugel, E., 1972, Microfacies analysis of limestones: Springer-Verlag, 633p.
- Flugel, E., 2010, Microfacies of carbonate rocks: Springer-Verlag, 984p.
- Monreal, R., Montijo, A. y Almazán, E., 1997, Guía para el Estudio Petrográfico de Rocas Carbonatadas”, editado por la UniSon. 99p.
- Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks: Harper & Row, York, 3a. ed., 628 pp.
- Reading, H.G., 1978. Sedimentary Environments and facies: Elsevier, Nueva York, 557 pp.
- Selley, R.C., 1976. An Introduction to Sedimentology: Academic Press, Nueva York, 408 pp.
- Selley, R.C., 1978. Ancient Sedimentary Environments: Cornell Univ. Press, Ithaca, Nueva York, 2a. ed., 287p.
- Walker, R.G. (ed.), 1984, Facies models: Geoscience Canada, Reprint Series 1, 317p.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History: Springer-Verlag, Nueva York, 471 pp.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en Petrología sedimentaria y Petrografía de rocas carbonatadas con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PETROLOGÍA DE ROCAS DETRÍTICAS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Que el alumno pueda realizar estudios petrográficos avanzados en rocas sedimentarias detríticas.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Conocer los componentes, texturas, clasificación y aspectos diagenéticos de las rocas detríticas.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Componentes:</p> <p> I.1.- Aspectos generales.</p> <p> I.2.- Principales granos.</p> <p>II.- Aspectos texturales.</p> <p> II.1.- Introducción.</p> <p> II.2.- Tamaño, forma redondez, esfericidad, clasificación, madurez y fabrica de los granos.</p> <p>III.- Clasificación.</p> <p> III.1.- Generalidades.</p> <p> III.2.- Clasificación de conglomerados y areniscas.</p> <p>IV.- Diagénesis.</p> <p> IV.1.- Evidencias.</p> <p> IV.2.- Cementación.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso impartido en la modalidad de una mezcla de clase aula y asesoría, en donde el alumno desarrolla temas específicos relacionados con la teoría y el asesor puntualiza y desarrolla los aspectos más importantes. También contiene un aspecto práctico que involucra análisis de muestras bajo el microscopio, de preferencia de una sección de interés para el estudiante.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
La evaluación del aprovechamiento del alumno se evalúa a través de: 1) Aspectos prácticos (investigaciones y tareas), 2) Aspectos teóricos (exámenes), 3) Asistencia a asesorías y/o clases. 4) Reportes escritos.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Blatt, H., 1982, Sedimentary petrology: W.H. Freeman and Company, 564p.</p> <p>Blatt, h., Middleton, g., Murray, r., 1980. Origin of sedimentary Rocks: Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 782 pp.</p> <p>Connyveare, C.E.B., 1979. Lithostratigraphic Analysis of Sedimentary Basins: Academic Press., New York, 555p.</p> <p>Hallam, A., 1981. Facies Interpretation and Stratigraphic Record: W.H. Freeman, San Francisco, 291 pp.</p> <p>Monreal, R., Montijo, A. y Grijalva, E., 1998, Guía para el Estudio Petrográfico de Rocas Detríticas”, editado por la Universidad de Sonora.</p> <p>Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks: Harper & Row, York, 3a. ed., 628 pp.</p> <p>Pettijohn, F.J., Potter, P.E., and Siever, R., 1973, Sand and Sandstone: Springer-Verlag, 618p.</p> <p>Reading, H.G., 1978. Sedimentary Environments and facies: Elsevier, Nueva York, 557 pp.</p> <p>Selley, R.C., 1976. An Introduction to Sedimentology: Academic Press, Nueva York, 408 pp.</p> <p>Selley, R.C., 1978. Ancient Sedimentary Environments: Cornell Univ. Press, Ithaca, Nueva York, 2a. ed., 287p.</p> <p>Walker, R.G. (ed.), 1984, Facies models: Geoscience Canada, Reprint Series 1, 317p.</p>			

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología sedimentaria, estratigrafía o sedimentología con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	CUENCAS SEDIMENTARIAS Y AMBIENTES DE DEPÓSITO		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Que el alumno se familiarice con las relaciones de facies ó ambientes de deposición, con respecto a los diferentes tipos de cuencas sedimentarias, tanto continentales como marinos.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<p>1.- Que el alumno aprenda a manipular documentos (mapas, columnas, secciones, etc.) para establecer las relaciones en cambios de facies.</p> <p>2.- Que al alumno aprenda a definir los diferentes tipos de características que constituyen a los diferentes tipos de cuencas (características morfológicas, fisiográficas, cartográficas, etc.).</p>			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Tipos de cuencas sedimentarias.</p> <p>II.- Sistemas deposicionales y modelos de facies.</p> <p> II.1.- Sedimentos continentales.</p> <p> II.2.- Sedimentos costeros y de mares someros.</p> <p> II.3.- Sedimentos de estuarios y mares adyacentes.</p> <p> II.4.- Sedimentos oceánicos.</p> <p> II.5.- Ambientes especiales de depositación y sedimentos.</p> <p> II.6.- Sedimentos y ambientes deposicionales especiales.</p> <p>III.- Subsistencia, denudación, coeficiente de flujo y suministro de sedimento.</p> <p>IV.- Evolución de cuencas.</p> <p> IV.1 Evolución de cuencas y sedimentos.</p> <p> IV.2.- Tipos de Cuencas.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
<p>Cuando el número de alumnos sea suficiente (+3) se aplicará la relación magistral clásica en forma conjunta con el proceso de investigación bibliográfica, por parte del alumno, sobre temas relacionados a su proyecto de tesis de preferencia, y bajo continúa asesoría del instructor. Cuando el número de alumnos sea reducido (1-3) se aplicará la modalidad de seminario de investigación bibliográfica, bajo la tutoría del profesor y si es posible, sobre temas relacionados con proyecto de tesis del estudiante.</p> <p>El alumno buscará toda clase de información respecto a los temas seleccionados y deberá analizarla en forma resumida para que desarrolle una capacidad analítica que le permita emitir sus propias conclusiones sobre el tema seleccionado.</p>			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
En el primer caso evaluaciones parciales y final; en el segundo caso, evaluación del trabajo escrito resultante del seminario de investigación bibliográfica; en el cual se tratará de cubrir el enfoque global del temario.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Einsele, G., 1992, "Sedimentary Basins"; Springer- Verlag. 628p.</p> <p>Boggs, Jr., S., 1987, Principles of sedimentology and stratigraphy: Merrill Pub. Co. 784p.</p> <p>Matthews, R.K., 1974, Principles of sedimentology and stratigraphy: Merrill Publishing Co.</p>			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			

Especialista en petrología sedimentaria, estratigrafía o sedimentología, con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PETROLOGÍA DE ROCAS ÍGNEAS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
El alumno adquirirá los conocimientos y herramientas de base que le permitan: entender la literatura especializada de la petrología ígnea con el enfoque actual y sea capaz de diseñar y efectuar un trabajo petrológico en un área magmática.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Aprenderá los conceptos, fenomenología y factores físicos, químicos y termodinámicos que intervienen en la génesis de las rocas ígneas.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Conceptos básicos de la petrología ígnea:</p> <p>I.1.- La petrología magmática, su visión actual en las Ciencias de la Tierra y las fronteras de la petrología ígnea vs petrología metamórfica-Petrología Sedimentaria.</p> <p>I.2.- Equilibrio de fases en los sistemas ígneos: la regla de las fases, sistemas binarios, sistemas ternarios, etc.</p> <p>I.3.- Tipos de magmas, sus propiedades físicas y químicas e interrelaciones.</p> <p>I.4.- Procesos magmáticos: a) La fusión parcial-segregación y formación de cámaras magmáticas, b) evolución magmática (cristalización fraccionada, asimilación magmática, mezcla de magmas y sus interrelaciones).</p> <p>I.5.- El concepto de serie magmática: alcalina, toleítica, calcoalcalina, transicional y shoshonítica.</p> <p>II -Cálculos petroquímicos (con ayuda de la computadora):</p> <p>II.1.- Cálculo norma CIPW y sus aplicaciones.</p> <p>II.2.- Cálculo de la fórmula estructural de los minerales formadores de roca y sus aplicaciones en petrogénesis, geotermobarometría, etc.</p> <p>II.3.- Otros cálculos petroquímicos (Mgv, ID, AN, Índice de saturación en Al₂O₃, SiO₂, hiperalcalinidad, etc).</p> <p>II.4.- Construcción e interpretación de diagramas de variación: diagramas tipo harker, ternarios, multielementos (spider diagrams), discriminatorios de contexto geodinámico en magmas máficos, intermedios y félsicos).</p> <p>III - Clasificación de las rocas ígneas:</p> <p>III.1.- Enfoque estructural-textural, (trabajo de campo <floramiento> y laboratorio <muestra de mano>.</p> <p>III.2.- Enfoque mineralógico (modal), según el espíritu de la IUGS, (trabajo de laboratorio "lámina delgada")</p> <p>III.3.- Enfoque químico y normativo, según el enfoque de la IUGS. Los elementos mayores-menores, trazas, REE e isótopos, (taller sobre procesamiento y análisis de datos).</p> <p>III.4.- Enfoque genético (trabajo de síntesis: asociación de los enfoques 1, 2 y 3).</p> <p>IV - La petrología ígnea y la tectónica de placas: relación fuente magmática / serie magmática / contexto geodinámico.</p> <p>IV.1.- El magmatismo en los márgenes de placa en construcción: dorsales oceánicas.</p> <p>IV.2.- El magmatismo en los márgenes de placa en destrucción: arcos insulares, márgenes continentales activos y cuencas asociadas.</p> <p>IV.3.- El magmatismo intraplaca: contexto oceánico y contexto continental.</p> <p>IV.4.- Variedades petrológicas particulares y su relación geodinámica. Comenditas, Boninitas, LIP'S, Lamprófidios, Bajaitas, Adakititas, etc.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
La metodología consiste en un curso teórico-práctico. Se pretende despertar y/o desarrollar el interés por la investigación en el estudiante, mediante trabajos de consulta bibliográfica, disertación-exposición y el desarrollo de un tema de investigación de importancia regional.			

Se efectuará trabajo práctico: de preparación de muestra de roca para análisis diversos, de petrografía y de computadora para los cálculos petroquímicos. Se efectuará al menos una salida al campo.

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Dos exámenes teóricos 30%, un examen práctico más reportes de práctica 30% y trabajos de investigación y consulta bibliográfica más trabajo final 40%.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

- Araña Saavedra V. and López Ruiz J. (1974) -Volcanismo : Dinámica y Petrología de sus productos; Istmo Editorial, España; 495 pp.
- Bardintzeff J.M. (1992) -Volcanologie; Edit.Masson, París; 235 pp.
- Best M.G & Christiansen E.H. (2001) - Igneous Petrology; Blackwell Science, Inc, USA; 458 pp.
- Best M.G (2003) 2d Edit - Igneous and Metamorphic Petrology; Blackwell Science, Inc, USA; 727 pp.
- Blatt, H., Tracy R., Owens B. (2006) -Petrology : Igneous, Sedimentary and Metamorphic; Freeman and Company., New York; 530 pp.
- Bourdier J.L. (1994) -Le Volcanisme; Manuels & Méthodes, Edit. BRGM, Francia; 420 pp.
- Bullard F.M. (1980 2ª ed.)-Volcanoes of the Earth; University of Texas Press, USA; 579 pp.
- Castro Dorado A. (1989) -Petrografía Básica: Texturas, clasificación y nomenclatura de las rocas; Edit. Paraninfo S.A. España; 144 pp.
- Ehlers E.G. & Blatt, H. (1980) -Petrology :Igneous, Sedimentary and Metamorphic; Freeman. Co., San Francisco; 732 pp.
- Ehlers E.G. (1972) -The Interpretation of Geological Phase Diagrams; Dover Edit.; 280 pp.
- Fisher R.V. & Schmincke H.U. (1984) -Pyroclastic Rocks; Springer-Verlag, Berlin; 472 pp.
- Girod M. Edit. (1978) -Les roches volcaniques : Pétrologie et cadre structural; Doin Edit. Paris; 239 pp.
- Hall A. (1985) - Igneous Petrology; Longman Scientific & Technical, USA. 573 pp.
- Hess P.C. (1989) - Origins of Igneous Rocks; Harvard University Press, London; 336 pp.
- Hyndman D.W. (1972) -Petrology of Igneous and Metamorphic rocks; McGraw Hill., New York; 533 pp.
- Hughes C.J. (1982)- Igneous Petrology; Elsevier Sci. Pub. Co., New York; 551 pp.
- Le Maitre R.W. Edit. (2002) -A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms (IUGS) 2nd Edition; Blackwell Scientific publications; 236 pp.
- McBirney W. (1979) -Volcanology; Freeman Cooper & Co., San Francisco; 397 pp.
- Mehier B. (1995) - Magmatisme et Tectonique de Plaques; Elipses; 256 pp.
- Morse S.A. (1980) -Basalts and Phase Diagrams: An Introduction to the Quantitative Use of Phase Diagrames in Igneous Petrology; Springer-Verlag; 477 pp.
- Philpott A.R. (1990) -Principles of Igneous and Metamorphic Petrology; Pentrice Hall, New Jersey;498 pp.
- Rollinson H.R. (1993) - Using geochemical data: evaluation presentation, interpretation; Long Sc. Tech. And John Wiley & Sons; 352 pp.
- Schmincke H.U. (2004) -Volcanism; Springer-Verlag, Berlin; 324 pp.
- TREATISE on GEOCHEMISTRY (2003) Holland H.D. & Turekian K.K Eds. (10 tomos), Elsevier
- Vernon R.H. (2004)- A practical guide to Rock Microstructure; Cambridge University Press; 594 pp.
- Wilson M. (1989) -Igneous Petrogenesis : A global tectonic approach; Unwin Hyman, London; 466 pp.
- Revistas periódicas especializadas : Para consulta en la bibliotecas de la DCEyN-UNISON y de la ERNO-UNAM: Journal of Petrology, GSA Bulletin, Geology, Canadian Mineralogist, American Mineralogist, etc

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología de rocas ígneas con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PETROLOGÍA DE ROCAS METAMÓRFICAS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Estudio de la génesis y evolución de las rocas metamórficas en el campo presión-temperatura a través del tiempo (trayectoria P-T-t), así como su relación con la tectónica regional.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Estudio de los conceptos, procesos y factores termodinámicos, que tienen relación con la génesis de las rocas metamórficas.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Repaso de conceptos básicos (Metamorfismo, grado metamórfico, facies metamórficas, isograda, características principales de las rocas metamórficas, rocas metamórficas más comunes, clasificación de las rocas metamórficas, parámetros físicos y químicos del metamorfismo, facies metamórficas en el campo P-T, tipos de metamorfismos en el campo P-T, concepto de equilibrio, regla de las fases).</p> <p>II.- Revisión de la nueva nomenclatura para las rocas metamórficas de la IUGS.</p> <p>III. Representación gráfica de rocas metamórficas y asociaciones minerales metamórficas, y su interpretación.</p> <p>IV.- Controles y procesos del metamorfismo</p> <p> III.1.- Procesos metamórficos.</p> <p> III.2.- Reacciones metamórficas.</p> <p>V.- Cambios mineralógicos durante el metamorfismo y facies metamórficas.</p> <p>VI.- Productos del Metamorfismo</p> <p> VI.1.- Metamorfismo de rocas pelíticas.</p> <p> VI.2.- Metamorfismo de areniscas y conglomerados.</p> <p> VI.3.- Metamorfismo de rocas carbonatadas.</p> <p> VI.4.- Metamorfismo de rocas ígneas máficas e intermedias.</p> <p> VI.5.- Metamorfismo de rocas ígneas félsicas.</p> <p>VII.- Estructuras y microestructuras en las rocas metamórficas y su interpretación.</p> <p>VIII.- Evolución presión-temperatura-tiempo (P-T-t) de las rocas metamórficas.</p> <p> VIII.1.- Trayectoria P-T-t.</p> <p> VIII.2.- Introducción a la geotermobarimetría.</p> <p>IX. Tema de investigación a elegir relacionado a la geología de Sonora o del NW de México.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
La metodología de enseñanza consiste esencialmente en un curso teórico. Se fomentará a todo lo largo del curso, el espíritu y capacidad de investigación del estudiante, mediante tareas, prácticas, exposiciones y el desarrollo de un tema de investigación. De ser necesario y posible se buscará complementar el curso teórico con una práctica de campo.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
Se aplicarán diversos exámenes teóricos. Esto se complementará con la evaluación de tareas, exposiciones y un tema de investigación a desarrollar y a exponer por el estudiante.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
Metamorphic Rocks: A Classification and Glossary of Terms; (2007): Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks; Edited by: Fettes, Douglas & Desmons, Jacqueline; Cambridge University Press; 256 p. ISBN: 9780521868105.			

- Best, M. G.; (2003); Igneous and metamorphic petrology; Blackwell Science Ltd.; 729 p.
- Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J.; (1996); Micro-tectonics; Springer-Verlag; New York; 289 p.
- Miyashiro, A.; (1994); Metamorphic petrology; Oxford University Press; New York.
- Philpotts A.R.; (1990); Principles of Igneous and Metamorphic Petrology; Prentice Hall, U.S.A.; 498 p.
- Yardley, B.W.D., MacKenzie, W.S. & Guilford, C.; (1990); Atlas of metamorphic rocks and their textures; John Wiley & Sons, Inc.; New York; 120 p.
- Philpotts, A. R.; (1989); Petrography of igneous and metamorphic rocks; Prentice Hall Inc.; New Jersey; 178 p.
- Fry N.; (1984); Field Description of Metamorphic Rocks; John Wiley & Sons; U.S.A.; 110 p.
- Ehlers E.G. and Blatt H.; (1982); Petrology: Igneous, Sedimentary and Metamorphic; W.H. Freeman & Co. U.S.A. 732 p.
- Miyashiro, A.; (1973); Metamorphism and metamorphic belts; George Allen & Unwin Ltd.; London, Great Britain; 492 p.
- Hyndman D.W.; (1972); Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks; McGraw-Hill Book Co.; 533 p.
- Spry, A.; (1969); Metamorphic textures; Pergamon Press Ltd.; 350 p.
- Turner, F.J. (1968); Metamorphic Petrology; McGraw Hill, New York.
- Winkler, H.G.F.; (1967); Petrogenesis of Metamorphic Rocks; 2d. Edition, Springer-Verlag, New York; 237 p.
- Turner F.J. Verhoogen J.; (1951); Igneous and Metamorphic Petrology; McGraw-Hill Book Co.; 602 p.
- Importante: La Subcomisión para la Sistemática de las Rocas Metamórficas (SCMR) de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS), dispone de una página Web en donde se pueden consultar una serie de documentos relativos a la Petrología de Rocas Metamórficas. Esta página Web es la siguiente: www.bgs.ac.uk/SCMR/
- Nota: La bibliografía de base será complementada durante el curso con diversos artículos científicos y libros relacionados con temas más específicos.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología de rocas metamórficas con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	METALOGENIA DE MINERALES ESTRATÉGICOS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Estudiar y comprender los tipos principales de diferentes elementos considerados como estratégicos en geología económica.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Que el alumno pueda diseñar programas generales para la exploración regional en México. Que el estudiante sea capaz de manejar e interpretar datos geoquímicos que le ayuden para determinar la génesis de los depósitos minerales, y que tenga una visión amplia sobre la distribución y potencialidad de estos yacimientos a nivel mundial.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
I.- Yacimientos que involucren elementos del grupo Ni-Cr-Co			
II.- Depósitos que contienen platinoides.			
III.- Yacimientos de uranio (depósitos precámbricos, red-beds, depósitos hidrotermales).			
Se tomarán en cuenta los siguientes factores para cada yacimiento: a) Aspectos económicos, b) geología general y rocas asociadas, c) forma y tamaño de los yacimientos, d) mineralogía y paragénesis de los yacimientos, e) mecanismos de transporte y depósito de los elementos, y f) posibilidades de exploración en México.			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Investigación bibliográfica por parte de los estudiantes de temas previamente seleccionados. Algunos temas se seleccionarán con el propósito que le sirvan al estudiante en su proyecto de tesis. Los resultados serán presentados por ellos mismos en seminarios de una hora cada uno. También, se presentará un texto por cada tema, inferior a 20 cuartillas. Se estudiará un conjunto de muestras de algún yacimiento estratégico, cuyos resultados serán expuestos durante un seminario. Exposición de un maestro invitado tratando un tema específico.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
El curso se evalúa por medio de las presentaciones orales y por escrito de los temas de investigación, además de un examen escrito y de la participación del alumno durante clase.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
La requerida para satisfacer el objetivo del curso. Toda la bibliografía deberá ser buscada por los mismos estudiantes.			
PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA			
Especialista en geología económica, con doctorado.			

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	PETROLOGÍA DE ROCAS PIROCLÁSTICAS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Que el alumno pueda realizar estudios petrológicos avanzados en rocas volcánicas piroclásticas.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Conocer los componentes, texturas, clasificación y los procesos de formación de los depósitos piroclásticos.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Dinámica de las erupciones explosivas: I.1.- Aspectos generales, I.2.- Erupciones hawaianas, I.3.- Erupciones estrombolianas, I.4.- Erupciones vulcanianas, I.5.- Erupciones hidromagmáticas, I.6.- Erupciones altamente explosivas.</p> <p>II.- Componentes y Aspectos texturales: II.1.- Introducción, II.2.- Tamaño, forma, litofacies y fabrica.</p> <p>III.- Clasificación de las rocas piroclásticas: III.1.- Generalidades, III.2.- Clasificación de las tobas, III.3.- Clasificación de las Tobacitas.</p> <p>IV.- Clasificación de los depósitos de flujo piroclástico: IV.1.- Ignimbritas, IV.2.- Oleadas piroclásticas, IV.3.- Depósitos de bloques y ceniza.</p> <p>V.- Estudio mineralógico y geoquímico de las rocas piroclásticas.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
Curso impartido en la modalidad de una mezcla de clase aula y asesoría, en donde el alumno desarrolla temas específicos relacionados con la teoría y el asesor puntualiza y desarrolla los aspectos más importantes. También contiene un aspecto práctico que involucra análisis de muestras, de preferencia de una sección de interés para el estudiante, así como al menos una práctica de campo.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
La evaluación del aprovechamiento del alumno se evalúa a través de: 1) Aspectos prácticos (investigaciones y tareas), 2) Aspectos teóricos (exámenes y presentaciones), 3) Asistencia a asesorías y/o clases. 4) Reportes escritos.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
Araña Saavedra V. y López Ruiz J. (1974), -Volcanismo: Dinámica y Petrología de sus productos; Istmo Editorial, España; 495 pp. Bardintzeff J.M. (1992) -Volcanologie; Edit.Masson, París; 235 pp. Bourdier, J.L. (1994) -Le Volcanisme; Manuels & Méthodes, Edit. BRGM, Francia; 420 pp. Fisher R.V. and Schmincke H.U. (1984) -Pyroclastic Rocks; Spring-Verlag, Berlin; 472 pp. Girod M. <i>Edit.</i> (1978) -Les roches volcaniques : Pétrologie et cadre structural; Doin Edit. Paris; 239 pp. Le Maitre R.W. <i>Edit.</i> (1988) -A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms (IUGS); Blackwell Scientific publications; 193 pp. McBirney W. (1979) -Volcanology; Freeman Cooper & Co., San Francisco; 397 pp.			

McPhie J., Doyle M. y Allen R. (1993) –Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania; 198pp.

Branney M. y Kokelaar P. (2002) - Pyroclastic Density Currents and the Sedimentation of Ignimbrites; Geological Society of London; 130pp.

Nota: La bibliografía de base será complementada durante el curso con diversos artículos científicos y libros relacionados con temas más específicos.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología magmática o vulcanología con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	VULCANOLOGÍA		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Se pretende que el alumno adquiera los conocimientos y herramientas de base que le permitan: entender el fenómeno volcánico bajo un enfoque actual.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Enseñanza de los conceptos, fenomenología y factores físicos, químicos y termodinámicos que intervienen en el volcanismo.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Factores físicos, químicos y termodinámicos de las erupciones volcánicas.</p> <p>II.- Dinámica de las erupciones efusivas y explosivas:</p> <p>II.1.-Aspectos generales,</p> <p>II.2.- Erupciones hawaianas,</p> <p>II.3.- Erupciones estrombolianas,</p> <p>II.4.- Erupciones vulcanianas,</p> <p>II.5.- Erupciones hidromagmáticas,</p> <p>II.6.- Erupciones altamente explosivas.</p> <p>III.- Principales Tipos de edificios, Coladas y productos volcánicos</p> <p>IV.- Aspectos texturales de los productos volcánicos.</p> <p>IV.1.- Introducción,</p> <p>IV.2.- Tamaño, forma, litofacies y fabrica.</p> <p>V.- Relación de volcanismo y tectónica de placas.</p>			
MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			
La metodología consiste en un curso teórico-práctico. Se pretende despertar y/o desarrollar el interés por la investigación en el estudiante, mediante trabajos de consulta bibliográfica, disertación-exposición y el desarrollo de un tema de investigación de importancia regional. Se efectuará trabajo práctico: reconocimiento de muestra de mano y petrografía. Se efectuará al menos una salida al campo.			
MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN			
La evaluación del aprovechamiento del alumno se evalúa a través de: 1) Aspectos prácticos (investigaciones y tareas), 2) Aspectos teóricos (exámenes y presentaciones), 3) Asistencia a asesorías y/o clases. 4) Reportes escritos.			
BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO			
<p>Araña Saavedra V. y López Ruiz J. (1974), -Volcanismo: Dinámica y Petrología de sus productos; Istmo Editorial, España; 495 pp.</p> <p>Bardintzeff J.M. (1992) -Volcanologie; Edit.Masson, París; 235 pp.</p> <p>Bourdier, J.L. (1994) -Le Volcanisme; Manuels & Méthodes, Edit. BRGM, Francia; 420 pp.</p> <p>Fisher R.V. and Schmincke H.U. (1984) -Pyroclastic Rocks; Spring-Verlag, Berlin; 472 pp.</p> <p>Girod M. <i>Edit.</i> (1978) -Les roches volcaniques : Pétrologie et cadre structural; Doin Edit. Paris; 239 pp.</p> <p>Le Maitre R.W. <i>Edit.</i> (1988) -A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms (IUGS); Blackwell Scientific publications; 193 pp.</p> <p>McBirney W. (1979) -Volcanology; Freeman Cooper & Co., San Francisco; 397 pp.</p>			

McPhie J., Doyle M. y Allen R. (1993) –Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania; 198pp.

Branney M. y Kokelaar P. (2002) - Pyroclastic Density Currents and the Sedimentation of Ignimbrites; Geological Society of London; 130pp.

Nota: La bibliografía de base será complementada durante el curso con diversos artículos científicos y libros relacionados con temas más específicos.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Especialista en petrología magmática o vulcanología con doctorado.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	MÉTODOS GEOFÍSICOS POTENCIALES		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
Proporcionar al alumno los aspectos teóricos, técnicas de campo, procesamiento e interpretación de datos de los métodos potenciales utilizados en la prospección geofísica.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
El alumno comprenderá los conceptos de campo gravitacional y de campo magnético y revisará sus ecuaciones fundamentales. Analizará y evaluará las condiciones físicas bajo las que se fundamenta la gravimetría y magnetometría. Calculará las correspondientes correcciones y anomalías. Calculará los modelos e interpretará los resultados para distintas condiciones geológicas.			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Introducción</p> <p>I.1. Definición de campos potenciales de origen natural</p> <p>I.2. Campo gravitacional terrestre; el esferoide de referencia y el geoide</p> <p>I.3. Densidad de las rocas. Determinaciones de densidad</p> <p>I.4. Variables y unidades gravimétricas</p> <p>I.5. Instrumentos de medición, gravímetros</p> <p>II.- El potencial gravimétrico</p> <p>II.1. Ecuaciones de Laplace y de Poisson</p> <p>II.2. Campos de cuerpos geométricos simples: esfera, cilindro, loza.</p> <p>III.- Levantamiento gravimétrico</p> <p>III.1. Reducción de datos</p> <p>III.2. Correcciones: deriva, latitud, aire libre, Bouguer, topografía, isostasia</p> <p>IV.- El campo geomagnético</p> <p>IV.1.- Campo principal, variaciones temporales</p> <p>IV.2.- Magnetismo de las rocas</p> <p>IV.3.- Magnetismo de los materiales, magnetización inducida y remanente</p> <p>IV.4.- Susceptibilidad magnética de minerales y rocas</p> <p>IV.5.- Variables y unidades magnéticas</p> <p>IV.6.- Instrumentos de medición, magnetómetros</p> <p>V.- El potencial magnético</p> <p>V.1.- Componentes del campo</p> <p>V.2.- Ecuaciones de Laplace y de Poisson</p> <p>V.3.- Campos de cuerpos geométricos simples: esfera, cilindro, loza.</p> <p>V.4.- Esfera magnetizada en el polo norte y el ecuador</p> <p>VI.- Levantamiento magnético</p> <p>VI.1.- Reducción de datos</p> <p>VI.2.- Correcciones</p> <p>VII.- Procesamiento de datos potenciales</p> <p>VII.1.- Separación regional – residual</p> <p>VII.2.- Ajuste polinomial, filtraje, segunda derivada, continuación analítica</p> <p>VII.3.- Transformada de Fourier, convolución</p> <p>VII.4.- Reducción al polo</p> <p>VIII.- Interpretación de datos</p> <p>VIII.1.- Exceso de masa, modelos geométricos simples: esfera, cilindro, loza, falla, polo, dipolo</p> <p>VIII.2.- Métodos espectrales, amplitud y fase, espectro de potencia</p>			

VIII.3.- Modelos generalizados, Talwani en dos y tres dimensiones

VIII.4.- Inversión, mínimos cuadrados, inversión lineal

IX.- Casos históricos con aplicación a minería, geohidrología, ingeniería civil, geotermia.

MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Exposición oral y audiovisual por parte del instructor y los alumnos. El maestro le asigna al alumno la revisión y documentación de los temas que se van a revisar en clase. El alumno deberá documentarse sobre el tema antes de asistir a clase. El maestro expondrá los temas de manera general y propiciará la discusión entre los participantes, respondiendo a dudas o profundizando en ciertos temas. Los alumnos expondrán algunos temas relacionados a la aplicación y casos de estudio de algunos métodos. Ejercicios dentro y fuera de clase. Lecturas obligatorias y trabajos de investigación. Prácticas de campo

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Exámenes orales y/o escritos (teoría), tareas, investigación y exposición, práctica de campo y proyecto final.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

Blakely, R. J., 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge, University Press. 441 p.
 Burger, R. H., 1992. Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface. Prentice Hall, Inc., 489 p.
 Garland, G. 1979. Introduction to Geophysics; mantle, core and crust. W.B. Saunders Co. 494 p.
 Grant and West. 1965. Interpretation Theory in Applied Geophysics. Mc. Graw-Hill Inc., 584 p.
 Sharma, P.V., 1986. Geophysical Methods in Geology. Elsevier Science Publishing Co., Inc., 442 p.
 Telford, Geldart, Sheriff and Keys, 1976. Applied Geophysics. Cambridge Univ. Press. 860 p.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Licenciatura en geofísica con grado de doctorado en Geofísica. O bien, geólogo o carrera afín con doctorado en Geofísica.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Nombre de la asignatura	MÉTODOS GEOFÍSICOS ELÉCTRICOS		
Unidad Regional	Centro		
División	Ciencias Exactas y Naturales		
Departamento	Geología		
Programa	Doctorado en Geociencias		
Carácter	Obligatorio ()	Optativo (X)	
Horas teoría	4	Horas práctica	2
Valor en créditos	10 créditos		
OBJETIVO GENERAL			
El objetivo principal del curso es proporcionar al estudiante los aspectos teóricos y experimentales en las técnicas de campo, modelado e interpretación en los diversos métodos eléctricos utilizados en prospección geofísica.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender los conceptos fundamentales de los métodos geoeléctricos. 2. Analizar las ecuaciones básicas. 3. Diferenciar los distintos arreglos electródicos, puntos de asignación y profundidad de penetración. 4. Analizar e interpretar las curvas de resistividad para medios estratificados. 5. Analizar casos de estudio para enfatizar diversos aspectos de interpretación de datos. 			
CONTENIDO SINTÉTICO			
<p>I.- Introducción</p> <p>I.1.- Métodos geofísicos</p> <p>I.2.- Métodos geoeléctricos</p> <p>I.3.- Clasificación de los métodos geoeléctricos</p> <p>I.4.- Aplicaciones de los métodos geoeléctricos de prospección</p> <p>II.- Propiedades electromagnéticas de las rocas</p> <p>II.1.- Resistividad</p> <p>II.2.- Tipos de conducción eléctrica en las rocas y minerales</p> <p>II.3.- Resistividad de las rocas.</p> <p>II.4.- Constante dieléctrica, permeabilidad y susceptibilidad magnética</p> <p>II.5.- Anisotropía</p> <p>II.6.- La ley de Archie</p> <p>III.- Ecuaciones básicas</p> <p>III.1.- Análisis vectorial: gradiente, divergencia, rotacional, laplaciano</p> <p>III.2.- Ecuación de Laplace</p> <p>III.3.- Sistemas de coordenadas: cartesianas, cilíndricas, esféricas.</p> <p>III.4.- Ecuaciones de Maxwell</p> <p>III.4.1.- Ley de Faraday</p> <p>III.4.2.- Ley de Ampere</p> <p>III.4.3.- Ley de la Continuidad</p> <p>III.4.4.- Ley de Ohm</p> <p>IV.-Método de resistividad. Subsuelo homogéneo</p> <p>IV.1.- Fundamentos teóricos</p> <p>IV.2.- El concepto de resistividad aparente.</p> <p>IV.3.- Arreglos electródicos</p> <p>IV.4.- Puntos de asignación y profundidad de penetración</p> <p>V.- Método de resistividad. Subsuelo estratificado</p> <p>V.1.- Sondeos eléctricos verticales</p> <p>V.2.- Propiedades de las curvas de resistividad aparente</p> <p>V.3.- Principios de equivalencia y supresión en las curvas de resistividad aparente</p> <p>VI.- Aspectos prácticos del levantamiento de datos</p> <p>VI.1.-Transmisor, Receptor</p> <p>VI.2.- Práctica en campo de SEV</p> <p>VII.- perfiles geoeléctricos. El método dipolo dipolo</p>			

- VII.1.- Puntos de asignación
- VII.2.- Profundidad de penetración
- VIII.-Polarización inducida
 - VIII.1.- Tipos de polarización
 - VIII.2.- Técnicas de medición
 - VIII.3.- Procedimiento de campo
 - VIII.4.- Aplicaciones
- IX.- Método de potencial espontaneo
- X.- Introducción a métodos electromagnéticos.

MODALIDADES O FORMAS DE CONDUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El maestro le asigna al alumno la revisión y documentación de los temas que se van a revisar en clase. El alumno deberá documentarse sobre el tema antes de asistir a clase. El maestro expondrá los temas de manera general y propiciará la discusión entre los participantes, respondiendo a dudas o profundizando en ciertos temas. Los alumnos expondrán algunos temas relacionados a la aplicación y casos de estudio de algunos métodos. Se usarán diapositivas y fotocopias de artículos relativos a la clase.

MODALIDADES DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Exámenes orales y/o escritos (teoría) = 50%; tareas = 30%; investigación y exposición = 20%.

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES DE APOYO

- Cantos F. J., 1974. Tratado de Geofísica Aplicada. Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Minas. 520 p.
- Dobrin M.B., 1975. Introducción a la Prospección Geofísica. Omega. 483 p.
- Grant and West. 1965. Interpretation Theory in Applied Geophysics. Mc. Graw-Hill Inc., 584 p.
- Orellana E., 1982. Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Paraninfo, Editorial S. A., 578 p.
- Telford, Geldart, Sheriff and Keys, 1976. Applied Geophysics. Cambridge Univ. Press. 860 p.

PERFIL ACADÉMICO DESEABLE DEL RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA

Licenciatura en geofísica con grado doctor en Geofísica. O bien, geólogo o carrera afín con doctorado en Geofísica.