



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

Petrología Ígnea y Metamórfica

DATOS DE LA ASIGNATURA

Departamento:
GEOLOGIA BASICA

RTF:-- GEO.PlyM.10.1
Hs. Semanales Clases Teóricas: 3
Hs. Semanales Clases Laboratorio: 3
Hs. Semanales Actividades no presencial: --
Duración: 15 (quince) semanas - 90 h

Bloque: GB - Geológica Básica

Aprobación HCD: Revisión Fecha:
Aprobación HCD: Revisión Fecha:

Semestre: 5^a – 3^a año

Correlativas Obligatorias:

- Asignaturas: Petrología Sedimentaria- Geoquímica General e Isotópica- Mineralogía-

Correlativas Aconsejadas:

- Asignaturas: Física 2

Programa Sintético:

PETROLOGÍA ÍGNEA: 1: La Tierra, su composición a través de las rocas, Reconocimiento y clasificación de rocas. 2: Los minerales de las rocas ígneas. Reconocimiento de los minerales petrogenéticos. 3: El Magma. Diferenciación y asimilación magmática. El magma. Reología de magmas. Petrogénesis, diferenciación y evolución magmática. Asimilación magmática. 4: Sistemas de cristalización. 6: Magmas Carbonatíticos. 7: Granitos. 8: Cuerpos ígneos plutónicos, subvolcánicos y volcánicos. 9: Magmatismo y tectónica de placas. Asociaciones petrotectónicas

PETROLOGÍA METAMÓRFICA: 10: Metamorfismo, el protolito, rocas y estructuras. Clasificación y tipos de rocas metamórficas. Reconocimiento de rocas metamórficas. 11: Factores químicos, físicos y geológicos del metamorfismo. Factores: Fases fluidas. La temperatura. La presión. Procesos: Activación. Migración. Nucleación. La renovación mineral. 12: El grado metamórfico. Grado metamórfico y facies metamórficas. Definición de facies metamórficas. Asociaciones petrotectónicas. Diagramas ACF y A'FK. AFM. 13: Significado geoquímico de las isogradas. 14: Metamorfismo de rocas pelíticas, máficas, ultramáficas y carbonáticas. 15: Metamorfismo de contacto. 16: Metamorfismo y fusión. 17: Rocas cataclásticas. 18: Metamorfismo y metalogénesis. Importancia de las rocas metamórficas en la metalogénesis

PROGRAMA ANALÍTICO

LINEAMIENTOS GENERALES

La *Petrología Ígnea y Metamórfica* es una de las Ciencias Geológicas Básicas y se dicta como una materia curricular anual en el tercer año de la Carrera de Geología. A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará competencias tales como: clasificar y describir macroscópicamente y microscópicamente los distintos tipos de rocas ígneas y metamórficas, reconocer e interpretar su yacencia y su significado petrogenético, determinar las condiciones físico-químicas de su formación, interpretar la evolución tecto-térmica y su vinculación con la geología del medio en que aflora, redactar y presentar en forma adecuada un informe petrológico.

La Petrología es la síntesis de la composición de la corteza terrestre y el manto superior reflejada en sus rocas, por lo que el estudio de los minerales petrográficos formadores de rocas es indispensable y punto de partida para lograr el razonamiento petrogenético. Estos conceptos son complementados con la petrología sintetizada en el concepto de diferenciación y asimilación magmática, para poder definir los sistemas de cristalización. Se toma como herramienta a la geoquímica y se aprovecha para formar al estudiante en este recurso, pero ya con mayor precisión, con la utilización de conceptos fundamentales en diagramas de variación y gráficos ternarios que desembocan en el concepto y clasificación de series magmáticas. En esta parte del dictado del curso se introduce al estudiante en el cálculo de la Norma C.I.P.W., para consolidar definitivamente la utilización de la mineralogía y su significado petrogenético a través de su composición química, entregando conceptos fundamentales de lo que es la fórmula estructural de un mineral y su significado. Se complementa con el concepto de cuerpos ígneos y magmas relacionados con la tectónica global.

El metamorfismo significa TRANSFORMACIÓN. En un planeta *dinámico* como es la Tierra, se verifican continuamente variaciones en las condiciones ambientales de los macizos rocosos. Cuando tales variaciones son lo suficientemente poderosas, la roca sufre un profundo cambio en su estructura íntima. Esta modificación es *mineralógica y estructural*, y mientras más altas sean las condiciones transformantes más profundos serán los *cambios*, así se llega finalmente al *límite* del campo metamórfico, cuando se genera *fusión parcial* y se entra en la *anatexis*.

El metamorfismo no implica *aporte de fluidos* mineralizantes externos, pues es un proceso enteramente *sub-solidus*, aunque se deja muy en claro que la presencia de fluidos acuosos y/o carbonatados cumple un papel predominante en las modificaciones que experimenta la roca.

Todo *aporte energético al sistema* altera las condiciones de equilibrio del PROTOLITO (*roca pre-metamórfica*). Cuando se superan ciertos niveles mínimos, hay *activación*, el equilibrio se rompe y comienza la (*re*) *cristalización o blástesis*.

Como resultado de todo lo sucedido, se genera una *nueva* asociación mineralógica con características estructurales diferentes a las del protolito, es decir, una nueva roca, a expensas de una roca preexistente. Por último, se define y detalla el proceso de Metamorfismo y Fusión.

Para el desarrollo de esta materia, particularmente en sus aspectos prácticos, se requiere de una colección de muestras macroscópicas y de secciones delgadas de rocas ígneas y metamórficas, del empleo de microscopios petrográficos para el reconocimiento y descripción de las texturas y de los minerales formadores de las rocas, así como de actividades de campo para la observación de rocas, de su yacencia y de sus estructuras en afloramientos naturales.

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA

Las clases impartidas son teóricas por un lado y prácticas por otro. Las actividades teóricas se realizan a través de exposiciones del docente orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de utilizar la petrología como herramienta de razonamiento para con el proceso geológico que le dio origen. Esas capacidades son las que le permitirán al alumno a través de los minerales y texturas de las rocas, definir tipos de magmas, temperaturas de formación, presiones, profundidades y ambientes de emplazamiento. Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos, se realizan actividades que le permiten al estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios desarrollados, mediante el análisis de una roca bajo el microscopio, definiendo rocas macroscópicamente, analizando bibliografía o por los viajes de campo donde el alumno tiene la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos, tanto en las clases teóricas como prácticas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La materia en sus contenidos teóricos no se promociona. Siempre el alumno deberá rendir el examen final. No obstante, hay un sistema evaluativo en las clases teóricas. Este sistema consta de tres evaluaciones anuales donde el alumno debe resolver problemas teóricos planteados en las clases. Este concepto evaluativo se utiliza juntamente con el informe proveniente de los dos Profesores Auxiliares y se tiene en cuenta conceptualmente en el examen final.

Condiciones para la regularización de la materia:

1.- Tener regularizadas las materias correlativas.

- 2.- Asistir al 80% de las clases prácticas.
- 3.- Asistir a los trabajos prácticos de campo.
- 4.- Aprobar los cuatro exámenes parciales con nota no inferior a 4 (cuatro).
- 5.- Se podrán recuperar dos parciales (uno de Rocas Metamórficas y uno de Rocas Ígneas).
- 6.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
- 7.- Presentar y aprobar los informes de los trabajos prácticos de campo y de las monografías solicitadas durante el ciclo lectivo.

Los alumnos que cumplan con estos requisitos serán considerados regulares, los demás estarán libres.

Condiciones para la promoción de los Trabajos Prácticos de la materia:

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.
- 2.- Asistir al 80% de las clases prácticas.
- 3.- Asistir a los trabajos prácticos de campo.
- 4.- Aprobar los cuatro parciales prácticos (dos de Rocas Metamórficas y dos de Rocas Ígneas) con nota no inferior a siete (7).
- 5.- Se podrán recuperar dos parciales (uno de Rocas Metamórficas y uno de Rocas Ígneas) para los exámenes con notas entre 4 y 7 puntos o ausentes justificados.
- 6.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
- 7.- Presentar y aprobar los informes de los trabajos prácticos de campo y de las monografías solicitadas durante el ciclo lectivo.

Los alumnos que cumplan con estos requisitos deberán rendir solamente el examen teórico final.

Recursos necesarios para la evaluación:

- 1.- Muestras macroscópicas de rocas ígneas y metamórficas de la colección de la Cátedra.
- 2.- Uso de microscopio petrográfico.
- 3.- Secciones delgadas de rocas ígneas y metamórficas de la colección de la Cátedra.
- 4.- Diagramas de clasificación de rocas.
- 5.- Calculadora.

CONTENIDOS TEMÁTICOS

PETROLOGÍA ÍGNEA

Unidad 1: La tierra, su composición a través de las rocas

La tierra en sus comienzos. Origen del manto. Origen de la corteza. Evolución composicional del manto y la corteza. Elementos químicos que componen el manto y la corteza. Las rocas. Clasificación geoquímica de los elementos. El análisis químico. Comportamiento de los elementos trazas. Elementos compatibles. Elementos incompatibles. Tierras Raras. Ambientes geotectónicos de emplazamientos. Isótopos como indicadores petrogenéticos. Las rocas ígneas.

Unidad 2: Los minerales de las rocas ígneas

Grupo del dióxido de silicio. Feldespatos. Feldespatoides. Piroxenos. Olivino. Magnetita e ilmenita. Anfíboles y micas.

Unidad 3: El Magma. Diferenciación y asimilación magmática

El magma. Reología de magmas. Diversidad y diferenciación magmática. Evidencias de la diferenciación. Procesos que pueden conducir a la diferenciación. Orden o secuencia de cristalización de los minerales de las rocas ígneas. Series de cristalización de Bowen. Separación sólido líquido. Mezclas de Magmas. Consecuencias del fraccionamiento. Visualización práctica de fenómenos de diferenciación magmática. Intrusiones múltiples y lavas compuestas. Asimilación magmática. Ejemplos.

Unidad 4: Sistemas de cristalización

Equilibrio de las fases y reglas de las fases. Sistema de un componente. Sistemas binarios. Sistemas de dos componentes sin y con disolución sólida. Sistemas ternarios. Principio de la balanza. Cristalización experimental de los silicatos. Grupo de los feldespatos. Sistema Leucita-Sílice. Albita-Anortita. Sistema Dióxido-Albita-Anortita. Sistema Forsterita-Sílice.

Unidad 5: Series magmáticas

Introducción. Diagramas de variación. Diagrama de Harker. Diagrama de Larsen. Relación Fe/Mg. Índice de solidificación. Índice de diferenciación. Serie Alcalina. Serie subalcalina. Toleítica, Calcoalcalina. Serie potásica. Gráficos comparativos. Clasificación geoquímica de las rocas basada en el diagrama TAS/Total Alkali Silica. Norma C.I.P.W. Petroquímica de las rocas volcánicas. Aplicación de la geoquímica como parámetro válido para la interpretación petrogenética de una roca.

Unidad 6: Magmas Carbonatíticos

Carbonatitas, definición y diferentes clases. Identificación de magmas carbonatíticos. Claves identificatorias de una verdadera carbonatita. Mineralogía-Asociación Ígnea-Fenitización-Diferenciación. Quimismo de las diferentes carbonatitas.

Unidad 7: Granitos

Características de las rocas graníticas. Clasificación de los granitos. Mineralógica. Geoquímica. R_1 - R_2 . Índice de saturación de alúmina. Clasificación de Chapel y White. Series granitoides de Ishiara. Clasificación cinemática. Clasificación petrológica. Clasificación tectónica. Discusiones sobre las rocas graníticas y sus génesis. Relaciones mineralógicas y litológicas entre el granito a las rocas adyacentes. Granitización. Argumentos petrogenéticos en pro y en contra del origen magmático. Origen y evolución de un magma granítico por anatexis. Anatexis: lazo de unión entre la petrología ígnea y metamórfica. Los trabajos de Von Platen.

Unidad 8: Cuerpos ígneos plutónicos, subvolcánicos y volcánicos

Cuerpos ígneos laminados. Diques longitudinales, radiales, anulares y gigantes. Filones capa. Intrusivos subvolcánicos. Lacolitos. Condiciones de formación de lacolitos. Facolitos. Lopolitos. Plutones. Batolitos. Batolitos orogénicos. Batolitos anorogénicos. El Producto volcánico. La estructura volcánica. Volcanismo. Paleovolcanismo. Volcanismo cenozoico. Volcanismo activo. El cuerpo plutónico e hipoabisal.

Unidad 9: Magmatismo y tectónica de placas. Asociaciones petrotectónicas

Placas divergentes. Placas convergentes. Magmatismo de intraplaca. Magmatismo en bordes destructivos. Arcos Islas. Petrografía de las rocas volcánicas de arcos islas. Márgenes continentales activas. Petrografía de las rocas en márgenes continentales activas. Magmatismo en bordes constructivos. Dorsales centroceánicas. Petrografía de los basaltos centroceánicos. Rifts continentales. Petrografía de las rocas de Rift. Magmatismo de intraplacas. Islas oceánicas. Petrografía de las rocas volcánicas de islas volcánicas. Basaltos de plataforma. Características petrográficas de los basaltos de plataforma.

PETROLOGÍA METAMÓRFICA

Unidad 10: Metamorfismo, el protolito, rocas y estructuras

Definición. Generalidades. Carácter isoquímico del metamorfismo. Rocas premetamórficas. EL PROTOLITO. Composición química del protolito. La estructura y textura de las rocas metamórficas. Esquistosidad. Clasificación y nombres de las rocas metamórficas. Nombre de rocas definidas por su estructura y mineralogía.

Unidad 11: Factores y mecanismos del metamorfismo

Factores: Fases fluidas. Cantidad de la fase fluida. Composición de la fase fluida. Estado físico del agua. Localización de la fase fluida y su movilidad. Circulación de fluidos y sus efectos. La temperatura. La presión. **Mecanismos:** Generalidades. Activación. Migración. Nucleación. La renovación mineral. Reacción metamórfica. Reacción sólido-sólido. Reacción sólido-fluido. Reacción de óxido reducción. Metamorfismo retrógrado

Unidad 12: El grado metamórfico

Grado metamórfico y facies metamórficas. Definición de facies metamórficas. Zoneografía metamórfica. Metamorfismo y gradiente geotérmico. La tectónica de placas y su relación con el metamorfismo. Asociaciones petrotectónicas. Diagrama ACF y A'FK. Procedimiento para el cálculo y proyección. Diagrama AFM. Fórmula estructural (el cálculo).

Unidad 13: Significado geoquímico de las isogradas

Algunas características de las isogradas en el campo. Reacciones de intercambio. Paragénesis y equilibrio químico. Las evidencias del equilibrio químico. Coeficiente de distribución - principio de la partición. Significado petrogenético del quimismo de la paragénesis. Geotermómetros y geobarómetros actuales. Reacciones de intercambio. Par granate - clinopiroxeno. Par granate - biotita. Soluciones sólidas. Reacciones de transferencia. GASP. GRAIL. Ensayo de cálculo termobarométrico.

Unidad 14: Metamorfismo de rocas pelíticas, máficas, ultramáficas y carbonáticas

Pelíticas: Sedimentos pelíticos. Progrado metamórfico en el sistema KFMASH (AFM térmico). Estabilidad de la cordierita. Procesos metamórficos donde $P_f = P_{total}$. Procesos metamórficos donde $P_f \ll P_{total}$. Relación entre los óxidos de Fe y Ti y silicatos pelíticos. Adición de TiO_2 . Adición de Fe_2O_3 . Relaciones entre los sulfuros y silicatos en rocas pelíticas. Máficas: Introducción. Los fluidos en las rocas máficas. Facies de subesquistos verdes. Facies de esquistos verdes. Facies de anfíbolitas. Facies de esquistos azules. Facies de granulitas. Facies de eclogitas. Composición química de los minerales metabasálticos. Ultramáficas: Introducción. Composición química. Metamorfismo en el sistema MSH. Isograda en las rocas ultramáficas. Reacciones de las rocas ultramáficas en el sistema CMASH. Carbonáticas: Introducción. Rocas originarias y

composición química. Reacciones metamórficas. Reacciones en rocas dolomíticas. Reacciones en rocas con $\text{CO}_3^{2-} + \text{Qtz}$. Factores y reacciones en el metamorfismo regional. Factores y reacciones en el metamorfismo de contacto.

Unidad 15: Metamorfismo de contacto

Definición y consideraciones generales. Ensayo teórico para el cálculo de la T°_{max} inicial. Gradiente térmico. La presión. El efecto metamórfico. Facies de hornfels con Ab-Ep. Facies de hornfels hornbléndicos. Facies de hornfels de dos piroxenos. Rocas carbonáticas en el metamorfismo de contacto.

Unidad 16: Metamorfismo y fusión

Introducción y vocablos. Estructuras megascópicas de las anatexitas. Formación de fundidos en el sistema granítico. Comienzo de la fusión. Significado petrogenético. Formación de migmatitas. Formación de magmas graníticos por anatexis.

Unidad 17: Rocas cataclásticas

Clasificación de las rocas cataclásticas. Rocas cataclásticas con cohesión primaria. Cataclasis dominante. Neomineralización-re cristalización dominantes. Rocas protoclasticas. Rocas cataclásticas retrógradas. Rocas cataclásticas donde la fusión fue importante. Milonitas. Reconocimiento de rocas cataclásticas. Deformación progresiva del cuarzo. Deformación progresiva de los feldespatos. Deformación de los granates. Deformación de las micas.

Unidad 18: Metamorfismo y metalogénesis

Importancia de las rocas metamórficas en la metalogénia. Relaciones entre provincias auríferas. El origen metamórfico para fluidos de baja salinidad. Características de los fluidos en depósitos minerales. Depósitos auríferos en *greenstone belts* arcaicos. *Slate belt*. Depósito aurífero arcaico Witwatersrand. Producción y quimismo de los fluidos metamórficos. La salinidad en el sistema. El azufre en el sistema. El oro en el sistema. Relación entre los depósitos de oro. Control de la roca de caja. Control estructural. El tiempo del oro. Mineralogía. Depósitos auríferos en rocas de alto grado metamórfico. PGE-PGM de la mina "Abu Swayel". Depósitos auríferos arcaicos del oeste de Australia (T°). Depósitos auríferos arcaicos del oeste de Australia (P). Depósitos auríferos arcaicos del oeste de Australia (salinidad).

1. LISTADO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas y de Campo

1.- Petrología Ígnea

UNIDAD 1: Rocas Plutónicas

Generalidades, repaso de minerales petrográficos comunes. Observación de secciones delgadas. Texturas de rocas ígneas, generalidades. Textura general y texturas especiales. Descripción y observación de texturas de rocas plutónicas. Criterios de descripción macroscópica. Descripción macroscópica de rocas. Clasificación de rocas plutónicas, clasificación de la IUGS. Cálculo de parámetros QAPF y graficación de los mismos. Granitoides: granitos alcalifeldespáticos, granitos normales: sieno y monzogranitos, granodioritas, tonalitas. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Dioritoides y gabroides: gabros, dioritas, dioritas cuarcíferas. Anortositas. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Sienitoides: sienitas y sienitas foidíferas. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Rocas ultramáficas: peridotitas y piroxenitas. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas.

UNIDAD 2: Rocas Volcánicas

Minerales y texturas de rocas ígneas volcánicas, clasificación de rocas volcánicas. Riolitoides y dacitoides. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Andesitoides y basaltoides. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Fonolitoides y vulcanitas alcalinas foidíferas. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Rocas filonianas: diabasas, pórfidos y lamprófiros. Observación y descripción petrográfica de secciones delgadas. Búsqueda bibliográfica, confección de fichas bibliográficas. Monografía.

2.- Petrología Metamórfica

UNIDAD 1: Minerales formadores de Rocas Metamórficas

Reconocimiento macroscópico, microscópico e interpretación del significado metamórfico de los minerales de la Asociación Pelítica y Samo-Pelítica (Sillimanita, Andalucita, Cianita, Estaurolita, Cloritoide, Muscovita, Biotita, Clorita, Cordierita, Granate, Espinelo, Feldespato Potásico). Reconocimiento de minerales de la Asociación Básica (Ferrosilita, Diópsido, Onfacita, Epidotos, Glaucofano, Hornblenda, Tremolita, Actinolita, Plagioclasa, Titanita, Rutilo). Reconocimiento de los minerales de la Asociación Cálcica y Sílico-Cálcica (Calcita, Dolomita, Talco, Serpentina, Flogopita, Tremolita, Diópsido, Forsterita, Wollastonita, Clinohumita, Espinelo, Escapolita, Grosularia). Variación de la composición química mineral en

función del metamorfismo. Cálculo de fórmula estructural y utilización de diagramas AFM, ACF y SiO₂-CaO-MgO. Zonación mineral y su aplicación en el metamorfismo.

UNIDAD 2: Texturas de las Rocas Metamórficas

Reconocimiento, clasificación e interpretación de las texturas metamórficas. Texturas del Metamorfismo Regional Dinamo-térmico (Evolución textural del sedimento a la anatexis). Texturas del Metamorfismo de Contacto. Texturas del Metamorfismo Dinámico. Texturas y reacciones metamórficas. Relaciones de Blástesis y Deformación.

UNIDAD 3: Clasificación de las Rocas Metamórficas

Rocas del metamorfismo regional progresivo de presión media. Rocas del metamorfismo regional de presión alta. Rocas del metamorfismo de contacto. Rocas del metamorfismo dinámico. Descripción y clasificación según las facies metamórficas de las metamorfitas derivadas de protolitos pelíticos, silicoclásticos, carbonáticos, básicos y ultrabásicos.

UNIDAD 4: Geoquímica de rocas metamórficas y Termobarometría

Identificación del protolito de rocas metamórficas sobre la base del análisis químico. Cálculos normativos de rocas metamórficas. Geotermómetros y Geobarómetros (Grt-Bt, Pl-Grt, Hbl-Pl, Hbl-Pl-Grt). Utilización de programas de computación para el manejo de datos químicos

3.- Trabajos Prácticos de campo

Viaje 1: “Sección Geológica en la zona de La Calera y/o Cuesta Blanca, Sierras de Córdoba”. Viaje de Nivel Introductorio: Resolución de un problema geológico real. Duración: 1 día (luego los alumnos regresan al área seleccionada para completar el trabajo en grupos de hasta 5 integrantes, que puede realizarse en dos o tres fines de semana). Entrenamiento en el reconocimiento de rocas ígneas y metamórficas en el afloramiento. Técnicas de recolección de muestras de rocas y de medición de datos estructurales con brújula. Confección de una libreta de campo. Diseño de la cartografía de un plutón y su entorno metamórfico. Determinación de la yacencia y petrología del cuerpo rocoso. Confección de una sección geológica local. Pautas para la elaboración de un Informe Geológico y para la reseña adecuada de la bibliografía utilizada.

Viaje 2: “Secuencia sedimentario volcánica de Los Cóndores y formaciones metamórficas de alto grado del valle de Calamuchita, Córdoba”. Viaje de Nivel Medio. Duración: 1 día. Entrenamiento en yacencia y reconocimiento de rocas volcánicas, plutónicas y metamórficas de alto grado. Discusión de procesos petrogenéticos y estructurales. Muestreo y descripción de rocas, medición de datos estructurales. Interpretación de cartas geológicas y análisis bibliográfico. Informe final del viaje.

Viaje 3: “Geología de las Sierras de Córdoba a lo largo del paralelo 31° 20’ S”. Viaje de Nivel Medio. Duración: 2 días. Observación de los Niveles Estructurales medios y bajos de la corteza en los aspectos estructurales, petrológicos y tectónicos. Reconocimiento e interpretación de fábricas de rocas metamórficas e ígneas, y de procesos petrogenéticos de bajo, mediano y alto grado. Yacencia de rocas plutónicas y volcánicas, y su relación con los eventos deformacionales y metamórficos. Recolectión de muestras de rocas, medición de datos estructurales, observaciones satelitales y en cartas geológicas, manejo bibliográfico y entrenamiento en observaciones petrológicas y estructurales de tipo regional. Integración al final del viaje de la evolución geológica Precámbrica-Terciaria de las Sierras de Córdoba. Discusión de procesos orogénicos de subducción de placas tectónicas y de colisión de terranes. Elaboración de un Informe Geológico grupal.

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	45
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ Resolución de problemas	
○ Experimental/laboratorio	45
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	90

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACIÓN TEÓRICA	20
PREPARACIÓN PRACTICA:	
○ Experimental de Laboratorio	20
○ Experimental de campo	24
○ Resolución de problemas	26
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	90

BIBLIOGRAFÍA

- Augustithis, S. S., 1973.** Atlas of the Textural Patterns of Granites, Gneisses and associated rock types. Elsevier Scientific Publishing Company. 378 p.
- Araña Saavedra, U. y López Ruiz, J. 1974.** Volcanismo. Dinámica y petrología de sus productos. 3º edición. Istmo. Madrid.
- Araña Saavedra, U. y Ortiz Ramis, R., 1984.** Volcanología. Rueda. Madrid.
- Auboin, J., Brousse, R. y Lehman, J. 1981.** Tratado de Geología. Tomo I. Petrología. Omega. Barcelona.
- Bard, J.P., 1980.** Microtexturas de rocas ígneas y metamórficas. Ed. Masson Barna.
- Best, M., 1982.** Igneous and Metamorphic Petrology. Freeman and Company. New York.
- Bonalumi, A., 2016.** Petrología Metamórfica. Compendio didáctico de grado. Guía Prospectiva. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N.C.
- Bonalumi, A., 2018.** Petrología Ígnea. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N.C.
- Boudier, J.L., 1994.** Le Volcanisme.
- Bucher, K. Frey, M., 1993,** Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer - Verlag.
- Carmichael, S., Turner, F., y Verhoogen, J. 1974.** Igneous Petrology. Mc Graw-Hill Book Company.
- Castro Dorado, A., 1989.** Petrografía básica, clasificación y nomenclatura. Editorial Paraninfo, 143 p.
- Cox, K.G.; Bell, J.D. & Pankhurst, R.J., 1979.** The interpretation of igneous Rocks. Ed. Allen & Unwin. London
- Deer, W. A., Howie, R. A. y Zussman, J., 1992.** An introduction to the rock-forming minerals. Ed. Longmans, London, 696 p.
- D'Amico, C., Innocenti, F., Sassi, F., 1988,** Magmatismo e metamorfismo. UTET (Italia).
- Didier, J., 1973.** Granites and Their enclaves. The bearing of the enclaves on the origin of granites. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Ehlers, E.G. & Blatt, H., 1982.** Petrology, igneous, sedimentary and metamorphic. Freeman.
- Faure, G., 2000.** Origin of Igneous Rocks: The isotopic evidence. Springer Verlag, Berlin, 493 pp.
- Hall, A., 1987.** Igneous Petrology. Longman.
- Hatch, F.H., Wells, A.K. & Wells, M.K., 1987.** Petrology of the igneous rocks. Allen & Unwin. London.
- Hess, P.C., 1989.** Origin of igneous rocks. Harvard University Press. Cambridge.
- Hibbard, M.J., 1995.** Petrography to petrogenesis. Prentice Hall. New Jersey.
- Higgins, M.W., 1971.** Cataclastic Rocks. Geol. Ser. Prof. Paper 687.
- Ho, S, Benett, K., Cassidy, J., Hornsky, J., Mikucki, E., Sang, H., 1994.** Nature of ore fluid, and transportational and depositional conditions in sub amphibolite facies deposits. Gold deposits of the archean. In Gold Deposits of the Archean Yilgarn Block, Western Australia. Nature, Genesis and exploration guide. De. Ho, S.E., Grove, D.I. y Bennett J.M.
- Hughes, C.J., 1982.** Igneous Petrology. Elsevier.
- Kilmurray, J. y Teruggi, M., 1982.** Fábrica de Metamorfitas. Colección Ciencias de La Tierra, Estudios N° 2, Libart, 40 p.

- Kornprobst, J., 1994.** Les Roches Métamorphiques et leur signification geodinamique. Editorial Masson, 224 p.
- Kretz, R., 1983.** Symbols for rocks forming minerals. *American Mineralogist*. 68: 277-279.
- Le Maitre R.W., 2002.** A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms (2º ed). Blackwell Scientific Publications, Oxford. 193 pp.
- Llambías, E. J., 2008.** Geología de los cuerpos ígneos. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria Nº 29, Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica Nº 15, 221 p., Buenos Aires.
- MacKenzie, W., Yardley B. y Guilford, C. 1996.** Atlas de rocas ígneas y sus texturas. Editorial Masson. Barcelona.
- Mackenzie, W.S., Donaldson, C.H. y Guilford, C., 1990.** Atlante delle rocce magmatiche e delle loro tessiture. Ed. Zanichelli. Bologna.
- Mackenzie, W. S. y Guilford, C., 1985.** Atlante dei minerali costituenti le rocce in sezione sottile, Ed. Zanichelli, Bologna.
- Marmo, V., 1971.** Granite Petrology and granite problems . Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Mc Birney, A., 1994.** Igneous Petrology. Joanes and Bartlett. Publishers. London.
- McPhie, J., Doyle, M. y R. Allen.** Volcanic Textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks.
- Mehnert K.R., 1968.** Migmatites, and the origin of granitic rocks. Elsevier Publishing Co. Amsterdam.
- Melgarejo, J. C., coordinador y autores, 1997.** Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada. Edicions Universitat de Barcelona – Fundació Folch, 1076 p.
- Middlemost, E. 1997.** Igneous Rocks. Wesley Longman.
- Miyashiro, A., 1973.** Metamorphism and metamorphic belts. George Allen and Unwin.
- Passchier, C. W. & Trouw, R. A. J., 1998.** Microtectonics. Editorial Springer: 289 p.
- Peccerillo, A. y Perugini, D., 2005.** Introduzione alla petrografia ottica. Morlacchi editore. 200 pp.
- Phillips, G., Myers, R., Law J.D., Bailey A.C., Cadle, A.B., Beneke, S.D., and Giusti, L., 1989.** The Witwatersrand gold fields: Part I. Postdepositional history, syndimentary processes, and gold distribution: *Econ. Geol. Mon.* 6: 585-597.
- Phillips, G., Powell, R., 1993.** Link between gold province. *Economic Geology*. V. 88. Nº: 5.
- Powell, R., Will, T.M., and Phillips, G.S., 1991.** Metamorphism in Archean greenstone belts: Calculated fluid compositions and implications for gold mineralization: *Jour. Metamorph. Geol.* 9: 141-150.
- Prichard, H., Alabaster, T., Harris, N., y Neary, C., 1993.** Magmatic Processes and Plate Tectonics. Geological Society. Special Publication Nº: 76.
- Sfragulla, J. A., 2005.** Guía de TRABAJOS PRÁCTICOS de Petrología Ignea (en CD-ROM). Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N.C.
- Sfragulla, J. A., 2003.** Conceptos básicos sobre generación de magmas en distintos ambientes geotectónicos. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N.C.
- Shelley, D., 1993.** Igneous and Metamorphic rocks under the microscope: Classification, Texture, Microstructures and Mineral Preferred-Orientations. Chapman & Hal Edit. 444 p.
- Spear, F.S., 1993,** Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature - Time Paths. Mineralogical Society of America. Washington D.C. Book Crafters. Inc. Chelsea. Michigan. USA.
- Spry, A., 1979.** **Metamorphic Textures.** Pergamon Internacional Library, 350 p.
- Teruggi, M. 1980.** La clasificación de las rocas ígneas según la subcomisión de Sistemática de las Rocas Ígneas de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas. (I.U.G.S.)
- Turner, F. & Gilbert, Ch. M., 1980.** Petrografía, introducción al estudio de las rocas en secciones delgadas. Editorial C.E.C.S.A., 430 p.
- Turner, F., 1981,** Metamorphic petrology. Mc Graw Hill.

- Tuttle, O.F. and Bowen, N.L., 1958**, Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi₃O₈ - KAlSi₃O₈ - SiO₂ - H₂O. Geol. Soc. Am. Min. 74: 1-153.
- Vernon, R. H., 2004**. A practical Guide to Rock Microstructure. Editorial Cambridge Univ. Pr. 594 p.
- Wilson, M. 1989**. Igneous Petrogenesis. Unwin Hyman. London.
- Winkler, H., 1978-79**, Petrogénesis de rocas metamórficas. Blume Ediciones.
- Winter, John, 2001**. An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Publisher: Prentice Hall; 1st edition (2001) ISBN: 0132403420.
- Yardley, B.W.D., 1989**. An introduction to metamorphic petrology. Longman.
- Yardley B., MacKenzie, W. y Guilford, C. 1996**. Atlas de rocas metamórficas y sus texturas. Editorial Masson. Barcelona.