



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

Programa de:

## Petrología Ígnea y Metamórfica

Código:

Carrera: *Ciencias Geológicas*  
Escuela: *Geología*  
Departamento: *Geología Básica*

Plan: 2012  
Carga Horaria: 90  
Semestre: *Quinto*  
Carácter: *Obligatoria*  
Bloque: *Geológicas Básicas*

Puntos:  
Hs. Semanales: 6  
Año: *Tercero*

### Objetivos:

Transferir herramientas mineralógicas y geoquímicas que definan el significado petrogenético de una unidad litológica. Clasificar una roca cristalina y a través de sus componentes y texturas, determinar condiciones de formación y vinculación con la geología del medio en que aflora.

### Programa Sintético:

#### Rocas Ígneas

1. La tierra, su composición a través de las rocas
2. Los minerales de las rocas ígneas
3. El magma. Reología de magmas. Petrogénesis, diferenciación y evolución magmática.
4. Sistemas experimentales de cristalización magmática
5. Series magmáticas. Reconocimiento y Clasificación de las rocas Ígneas
6. Magmas Carbonatíticos
7. Granitos
8. Cuerpos ígneos plutónicos, subvolcánicos y volcánicos
9. Magmatismo y tectónica de placas. Asociaciones petroectónicas

#### Rocas Metamórficas

10. Metamorfismo, el protolito, rocas metamórficas y estructuras
11. Factores químicos, físicos y geológicos del metamorfismo
12. El grado metamórfico. Facies metamórficas. Tipos de metamorfismo
13. Significado geoquímico de las isogradas. Reconocimiento y clasificación de rocas metamórficas
14. Metamorfismo de rocas pelíticas, máficas, ultramáficas y carbonáticas
15. Metamorfismo de contacto
16. Metamorfismo y Fusión. Asociaciones petroectónicas.
17. Metamorfismo y metalogénesis

Programa Analítico: de foja 2 a foja 6

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .

Bibliografía: de foja 7 a foja 9.

Correlativas Obligatorias: *Mineralogía - Geoquímica General e Isotópica*

Correlativas Aconsejadas:

Rige:

Aprobado HCD, Res.:

Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:

Fecha:

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:

## PROGRAMA ANALÍTICO

### LINEAMIENTOS GENERALES

La *Petrología Ignea y Metamórfica* es una de las Ciencias Geológicas Básicas y se dicta como una materia curricular semestral (1º Semestre), 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*. Estos lineamientos de transferencia de conocimiento son los que el alumno recibe como base en su formación en rocas metamórficas. La presencia de fluidos acuosos y/o carbonatados cumple un papel predominante en las modificaciones que experimenta la roca y este tema ocupa un papel significativo en los conceptos. El aporte *energético al sistema* y la alteración en las condiciones de equilibrio del PROTOLITO (*roca pre-metamórfica*) se lo transfiere desde los conceptos de *activación, migración, nucleación y crecimiento*. Las facies metamórficas se utilizan como conceptos del grado que ha alcanzado el proceso.

Como resultado de toda la dinámica del sistema, 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 ENSEÑANZA

Las clases impartidas son teóricas por un lado y prácticas por otro. Las actividades **Teóricas presenciales** 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, texturas y procesos, definir tipos de que tipo de roca se trata y posteriormente identificar magmas, temperaturas de formación, presiones, profundidades,

ambientes de emplazamiento, etc. 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. Finalmente el alumno debe presentar un pormenorizado informe del viaje de campo enmarcado en los Talleres Integrales de Campo, donde deberá demostrar su entrenamiento en la observaciones en campaña y su habilidad para construir un informe utilizando la bibliografía existente y los datos obtenidos en el lugar de estudio.

## **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 que tienen a cargo los trabajos prácticos 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 y de las monografías solicitadas durante el ciclo lectivo.

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

## **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. Minerales de las rocas ígneas. Reconocimiento y clasificación de rocas.

### Unidad 2: El Magma. Diferenciación y asimilación magmática

El magma. Reología de magmas. Petrogénesis, diferenciación y evolución 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 3: Sistemas de cristalización

Sistema de un componente. Sistemas binarios. Sistemas de dos componentes sin y con disolución sólida. Sistemas ternarios. Sistema Leucita-Sílice. Albita-Anortita. Sistema Diópsido-Albita-Anortita. Sistema Forsterita-Sílice.

### Unidad 4: Series magmáticas

Introducción. Diagramas de variación. Serie Alcalina. Serie subalcalina. Toleítica, Calcoalcalina. Serie potásica. Gráficos comparativos. Norma C.I.P.W. Petroquímica de las rocas volcánicas. Rocas carbonatíticas.

### Unidad 5: Granitos

Características de las rocas graníticas. Clasificación de los granitos. Mineralógica. Geoquímica. R1-R2. Índice de saturación de alúmina. Clasificación de Chapel y White. Series granitoides de Ishiara. Clasificación cinemática. Clasificación petrológica. Clasificación tectónica. Granitización. Argumentos petrogenéticos en pro y en contra del origen magmático. Origen y evolución de un magma granítico por anatexis. Los trabajos de Von Platen.

### Unidad 6: 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 7: Magmatismo y tectónica de placas. Asociaciones petroectónicas

Placas divergentes. Placas convergentes. Magmatismo de intraplaca. Magmatismo en bordes destructivos. Arcos Islas. Márgenes continentales activas. Magmatismo en bordes constructivos. Dorsales centroceánicas. Rift continentales. Magmatismo de intraplacas. Islas oceánicas.. Basaltos de plataforma. Características petrográficas de cada asociación.

## **PETROLOGÍA METAMÓRFICA**

### Unidad 8: Metamorfismo, el protolito, rocas y estructuras

Definición. Generalidades. El protolito. La estructura y textura de las rocas metamórficas. Esquistosidad. Clasificación y tipos de rocas metamórficas. Nombre de rocas metamórficas definidas por su estructura y mineralogía. Reconocimiento de rocas metamórficas.

### Unidad 9: Factores químicos, físicos y geológicos 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. *Procesos:* Generalidades. Activación. Migración. Nucleación. La renovación mineral. Reacción metamórfica. Reacción sólido-sólido. Reacción sólido-fluido. Reacción de óxido reducción. Metamorfismo retrógrado

### Unidad 10: 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 petroectónicas. Diagrama ACF y A'FK. Procedimiento para el cálculo y proyección. Diagrama AFM. Fórmula estructural (el cálculo). 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

#### Unidad 11: *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 anfibolitas. 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  $CO_3^{2-} + Qtz$ . Factores y reacciones en el metamorfismo regional. Factores y reacciones en el metamorfismo de contacto. Metamorfismo y metalogénesis.

#### Unidad 12: *Metamorfismo de contacto*

Definición y consideraciones generales. Ensayo teórico para el cálculo de la  $T^{\circ}max$  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 13: *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 14: *Rocas cataclásticas*

Clasificación de las rocas cataclásticas. Rocas cataclásticas con cohesión primaria. Cataclasis dominante. Neomineralización-recristalización dominantes. Rocas protoclásticas. 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.

## LISTADO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS, DE LABORATORIO y CAMPO

### 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. Fonolitoideas 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.

## 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 Cálcida y Sílico-Cálcida (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  $\text{SiO}_2\text{-CaO-MgO}$ . 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.

## Trabajos Prácticos de campo

- ***“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.
- Las demás actividades de Campo y Viajes de estudio se desarrollarán integrando con otras disciplinas de tercer año, en el Taller Integral de Campo 3 correspondiente a asignaturas afines.

## DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	45
FORMACIÓN PRACTICA:	45
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	37
○ LA CALERA – CUESTA BLANCA	8
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>90</b>

## DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	45
PREPARACION PRACTICA:	45
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	30
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	15
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	
○ PROYECTO Y DISEÑO	
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>90</b>

## 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., 2011. Petrología Metamórfica. Compendio didáctico de grado. Guía Prospectiva. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N.C.
- Bonalumi, A., 2011. 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, Librart, 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 (2° ed). Blackwell Scientific Publications, Oxford. 193 pp.
- Llambías, E. J., 2008. Geología de los cuerpos ígneos. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria N° 29, Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica N° 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 metamorphics 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, synsedimentary processes, and gold distribuion: Econ. Geol. Mon. 6: 585-597.
- Phillips, G., Powell, R., 1993. Link between gold province. Economic Geology. V. 88. N°: 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 N°: 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. Champman & 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  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  -  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  -  $\text{SiO}_2$  -  $\text{H}_2\text{O}$ . 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.