



FACULTAD DE CIENCIAS  
**NATURALES**  
E INSTITUTO MIGUEL LILLO  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

# **PETROGRAFÍA ÍGNEA**

## **Una guía para clases prácticas**



**José Pablo López y Laura Iudith Bellos**

**-2021-**



ISBN 978-987-86-8820-6

# PETROGRAFÍA ÍGNEA

## Una guía para clases prácticas



**José Pablo López**  
Profesor Titular



**Laura Iudith Bellos**  
Profesora Adjunta

**Cátedra de Petrología de la Facultad de Ciencias Naturales e IML**  
**Universidad Nacional de Tucumán**  
**INSUGEO (CONICET)**

ISBN 978-987-86-8820-6



López, José Pablo  
Petrografía ígnea : una guía para clases prácticas  
José Pablo López ; Laura Iudith Bellos. - 1a ed. -  
San Miguel de Tucumán : José Pablo López, 2022.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-86-8820-6

# Índice

Presentación .....	1
Introducción .....	2
Objetivos .....	4
Entrando en materia .....	5
Técnicas de petrografía .....	6
Mineralogía, la primera pata .....	7
Minerales primarios .....	8
Minerales secundarios .....	8
Clasificación QAPF .....	8
¿Cómo funciona la clasificación de Streckeisen? .....	11
Texturas, la segunda pata .....	13
Grado de cristalinidad .....	15
Tamaño de los cristales .....	17
Relación de tamaño de grano .....	18
Forma de los cristales .....	20
Texturas especiales .....	23
En rocas plutónicas .....	23
En rocas volcánicas .....	29
Ejercicio complementario.....	34
Palabras finales.....	35
Bibliografía para consultar .....	36

## Presentación

La presente guía fue realizada por los docentes de la Cátedra de Petrología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán con el objetivo principal de brindar a los estudiantes del curso material didáctico de consulta y de apoyo a las clases prácticas de la asignatura.

Lejos de encontrar en estas páginas un resumen de los temas prácticos abordados en la asignatura, los estudiantes hallarán, en esta publicación, una guía para ordenar y reafirmar los conocimientos adquiridos en ellas.

Por supuesto que no debemos olvidar, como un objetivo fundamental de cualquier texto docente, la importancia de saber por qué es importante la PETROGRAFÍA, cuál es la información relevante que nos brinda un estudio petrográfico serio y detallado y, quizás lo más importante, cuáles son los secretos, escondidos en las rocas, a los que nos permite acceder.

En este contexto, en las páginas que siguen compartiremos una serie de conceptos y definiciones que nos permitan introducir al estudiante en el conocimiento de las rocas ígneas, desde el punto de vista de la *PETROGRAFÍA*. Es decir, aprenderemos a identificar y clasificar los distintos tipos de rocas ígneas, plutónicas y volcánicas, partiendo de la identificación de los minerales que las constituyen; y también aprenderemos a reconocer y describir las principales texturas y estructuras, es decir, las relaciones entre los minerales que nos brindan información esencial para comprender las condiciones de formación y los procesos que originaron estas rocas. Pero, a fin de evitar confusiones, es conveniente aclarar que no profundizaremos en aspectos petrológicos ni en inferencias genéticas, más allá de algún ejemplo puntual, pues no es el objetivo de esta publicación, sino que nos limitaremos a recordar juntos términos y conceptos que son necesarios a la hora de describir una roca ígnea y que nos darán la llave de acceso a aquellos aspectos que se estudian en Petrología.

Otra de las ideas rectoras que nos animaron a realizar esta guía es el convencimiento que una descripción petrográfica es mucho más que una simple enumeración de características mineralógicas y texturales que describen una roca; es algo más que decir, sin más, que tal o cual roca tiene éste o aquél mineral y que es holocristalina, o inequiigranular o xenomórfica. En realidad, cada uno de éstos y tantos otros términos traen consigo una historia que debemos aprender a interpretar y relatar. De eso se trata la petrografía y a eso apuntamos en las

## Introducción

En una guía de PETROGRAFÍA y a riesgo de comenzar con una perogrullada, seguramente es conveniente empezar por definir qué es PETROGRAFÍA y qué la diferencia de la PETROLOGÍA, en el contexto de rocas ígneas.

Pero antes y como una primera aproximación, digamos que las clases teóricas de nuestra materia se centrarán en aspectos relevantes de la PETROLOGÍA y las clases prácticas se abocarán en lo que, como veremos a continuación, definiremos como PETROGRAFÍA. Pese a que sería óptimo que hubiese una completa correlatividad y simultaneidad en el dictado de ambas partes de la materia, la realidad marca que son ramas diferentes, con objetivos diferentes. Y por ello, aunque finalmente confluirán en un destino común, transitarán por caminos independientes la mayor parte del tiempo, aunque correrán de modo paralelo y no tan distantes, uno de otro. Lo importante y en realidad el desafío es no perdernos de vista a lo largo del recorrido.

Hay una interesante analogía entre estos conceptos y el aprender a leer: antes de empezar a leer, aprendimos a reconocer las letras; luego, aprendimos que al unir las forman palabras las que, a su vez, si las combinamos adecuadamente, conseguimos forman oraciones que somos capaces de leer y comprender: es entonces cuando nos animamos a pensar y nos descubrimos ante a un inmenso océano de conocimiento que está allí, esperando a que nos montemos en un barco y nos lancemos, intrépidos, a la aventura.



Microfotografía de roca ígnea plutónica

Pues bien, pasa igual con la Petrografía y la Petrología. Con la primera estudiamos el alfabeto, aprendemos qué mirar en los minerales de las rocas y de a poco empezamos a enlazarlos entre sí y reconocemos las texturas ya estamos aprendiendo a leer; el siguiente paso es darles significado a este arreglo micro y macroscópico: nos surgen los por qué, los cómo, los cuándo.

Ya estamos aprendiendo a leer párrafos completos, estamos ingresando en los dominios de la Petrología, que empieza a darnos algunas respuestas, a descubrirnos algunos secretos que, lejos de tranquilizarnos, nos lanza a un adictivo mundo (textual) pletórico de interrogantes del cual es muy difícil regresar. A estas alturas ya estaremos cautivos de la avidez por el conocimiento.

Un punto que vale la pena tener en cuenta al iniciar el cursado de las clases prácticas de Petrología es que el conocimiento sobre el mundo de las rocas y, por supuesto, de los minerales que las constituyen es fundamental en las investigaciones en las Ciencias de la Tierra en general y de la Geología en particular. Por lo tanto, los trabajos que involucran el estudio de minerales y rocas deben considerarse como un área de oportunidad y la petrografía en sí misma como una herramienta para la solución de importantes problemas en geología. Y es gracias a las técnicas petrográficas es que los geólogos pueden identificar y clasificar a los diferentes tipos de rocas mediante el análisis de sus principales propiedades físicas y ópticas.

Es importante recordar que la identificación y clasificación de los diferentes tipos de rocas usando el análisis petrográfico tiene amplias aplicaciones. Por ejemplo, es útil identificar los tipos de rocas que se van a utilizar como materiales de construcción, para la determinación de qué rocas pueden estar asociados con diferentes yacimientos minerales, e inclusive permite definir litologías que sean adecuadas para estudiar la historia geológica y el contexto geodinámico de una región, entre otros ejemplos. También la petrografía es una herramienta que ayudará a definir la calidad de las rocas donde se desarrollarán grandes construcciones como puentes, represas, túneles etc.

La petrografía es esencial no sólo para los geólogos quienes, como vimos, emplean el conocimiento acerca de las rocas con numerosos objetivos como los de definir ambientes geológicos, que pueden estar relacionados con la exploración de minerales de interés económico, o como base para la evaluación del riesgo geológico, ya sea desde el estudio de erupciones volcánicas recientes para determinar tipos de lavas y estilos eruptivos con el fin de establecer posibles planes de evacuación o prevención de catástrofes, o para evaluar el riesgo asociado a obras de ingeniería como ser desplomes y derrumbes de laderas en caminos de montaña, para dar algunos ejemplos.



Open pit de Mineral La Alumbara, Catamarca

También otros profesionales se valen de la petrografía, por ejemplo, en los análisis para estabilizar los taludes de minas a cielo abierto y los túneles en minas subterráneas, además para identificar litologías asociadas con depósitos metálicos y no metálicos. Los ingenieros geotécnicos analizan los tipos de rocas y su petrografía para definir la estabilidad y comportamiento mecánico que van a tener en carreteras y taludes. Y así, en muchas otras actividades relacionadas con las Ciencias de la Tierra.

## Objetivos

En una visión más específica, los objetivos principales de las clases prácticas de Petrografía son aquellos tendientes a:

- Aprender a utilizar el microscopio petrográfico como técnica básica de reconocimiento de rocas ígneas y complementarlo con observaciones mediante lupa de mano y otras herramientas habituales en el trabajo de campo y de laboratorio (desde lápiz magnético, rayador, etc. hasta análisis químicos y microscopio electrónico)
- Identificar los minerales mayoritarios y componentes más habituales de las rocas ígneas, tanto en muestras de mano como en el microscopio petrográfico.
- Reconocer los caracteres texturales y estructurales propios de los diferentes tipos de rocas tanto en muestras de mano como de láminas delgadas, haciendo extrapolación con lo observable en afloramientos de campo.
- Enriquecer la terminología científica de los estudiantes del curso y entrenarlos en el manejo de las clasificaciones de las rocas ígneas.
- Familiarizarse con los métodos de trabajo habituales en el estudio de las rocas ígneas con énfasis en el análisis e interpretación de los datos obtenidos.
- Integrar los temas desarrollados en las clases prácticas con los impartidos en las clases teóricas, teniendo como objetivo principal la comprensión integral de la Petrología ígnea en el contexto amplio de una geología regional e interdisciplinario.



Sala de microscopía de la Facultad de Ciencias Naturales e IML-UNT

## Entrando en materia

Ya es hora de algunas definiciones

Podemos decir que la PETROLOGÍA ÍGNEA es el estudio del magma y las rocas que cristalizan de tales magmas e incluye la comprensión de los procesos de fusión, ascenso, evolución, cristalización y emplazamiento de los mismos.

Es decir que un buen y simple criterio para considerar que una roca es ígnea cuando se haya formado por la cristalización de un magma. Pero sólo rara vez podemos observar la formación de rocas ígneas directamente y ello ocurre sólo en algunas lavas superficiales. Sin embargo, la mayor parte de las rocas ígneas se ha formado en condiciones que no podemos ver en directo y es allí donde, además de los imprescindibles criterios de campo, cobra singular importancia el segundo término que vamos a definir:

La PETROGRAFÍA es la rama de la petrología que se ocupa de la descripción y clasificación sistemática de las rocas. Mediante la observación de secciones delgadas de rocas ígneas en el microscopio petrográfico podemos asociar una textura específica con un determinado proceso desarrollado durante la cristalización de un fundido

Un estudio petrográfico requiere, en primer lugar, del examen macroscópico, a ojo desnudo o con lupa, en muestras de mano de la roca que nos brinde información sobre la mineralogía, el aspecto, heterogeneidades presentes, color, dureza, tamaño de grano o granularidad de la roca.



El segundo paso es llevar a cabo una descripción microscópica, que consiste en determinar con mayor precisión, la composición mineralógica y los rasgos texturales, con los que será posible obtener valiosa información que, apoyada en los conocimientos teóricos y los datos de campo nos permitirán avanzar, a paso firme, en nuestras investigaciones.

Avancemos un poquito más: un estudio petrográfico incluye dos aspectos fundamentales, dos patas sobre la que se asienta una buena petrografía: mineralogía, por un lado y análisis textural, por otro. En relación con el primer aspecto, sabemos que reconocer la composición mineral y el porcentaje en que cada uno de ellos esté presente en nuestra roca nos permitirá comenzar a despejar nuestro primer interrogante que se refiere al quimismo del magma que le dio origen.

Por supuesto que es no deja de ser sólo una primera aproximación pues, como veremos en teoría hay muchos procesos que pueden ocurrir desde la fusión inicial y la cristalización final e inclusive entre ésta y la toma de la muestra. Pero no importa, reconociendo los minerales presentes ya estamos bien encaminados.

En cuanto al segundo aspecto, el *análisis textural*, podemos hacer un par de menciones que señalan la importancia de su estudio. Por ejemplo, cuando los cristales se forman por enfriamiento lento de un fundido, generalmente desarrollan, al principio una forma casi perfecta ya que no hay ninguna obstrucción en el crecimiento de esos cristales, pero a medida que progresa el enfriamiento aumenta la cantidad de cristales y eventualmente empiezan a interferir unos con otros desarrollando texturas de intercrecimiento. Es decir, que el desarrollo relativo de los cristales, sus formas, las inclusiones que pudiera contener y la relación con otros cristales puede utilizarse para inferir secuencia de cristalización y evidenciar procesos que tienen lugar durante ese enfriamiento del líquido magmático.

Descubrir estas evidencias, enlazarlas unas a otras y aprender a ponerlas en contexto es el reto de cada clase práctica de petrografía.

## Técnicas de petrografía

Los estudios petrográficos más simples utilizan técnicas que se realizan con análisis a simple vista. Sin embargo, un análisis de mayor precisión involucra el uso de microscopios petrográficos y cortes delgados.

La petrografía macroscópica utiliza herramientas básicas tales como un martillo de geólogo, una lupa, un lápiz de dureza, ácido clorhídrico al 10% y un imán, elementos que no deben faltar en el equipo de un petrólogo de campo ni en el laboratorio: el martillo de geólogo es esencial para la recolección de muestras (y no olvidemos su importante rol de escala para las fotografías), con la lupa podemos observar los diferentes minerales que componen la roca, si el tamaño lo permite, la textura, la estructura, el color, la meteorización y otras propiedades visuales que se identifican en las rocas, el lápiz de dureza es un buen compañero para determinar la dureza relativa de Mohs de minerales y, junto con el ácido clorhídrico son muy útiles para identificar minerales problemáticos, finalmente un imán permite la rápida identificación de minerales magnéticos.

La técnica que emplea un microscopio petrográfico sirve para realizar los mismos análisis que hace un geólogo usando la lupa, pero de manera más detallada. Además, tiene más ventajas porque se pueden analizar otras propiedades ópticas más avanzadas como el clivaje, los índices de refracción, colores bajo luz natural y luz polarizada, pleocroísmo, etc

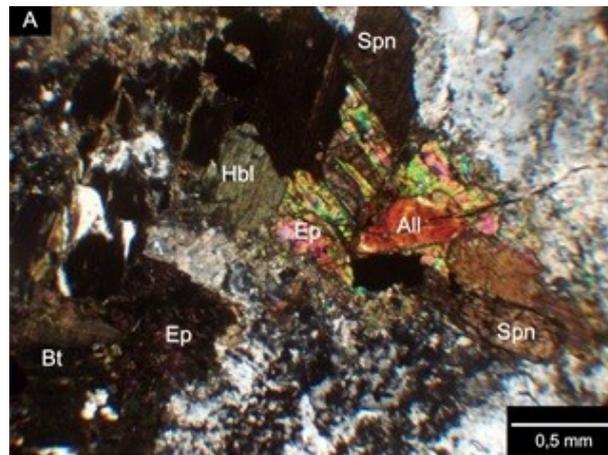


## Mineralogía, la primera pata

Una roca en general y una roca ígnea en particular no es una agrupación casual de minerales, sino que las diferentes asociaciones que la constituyen responden a la composición química de ese magma de la cual derivan y de ciertas condiciones físicas que juegan un rol fundamental en su formación. Del gran conjunto de minerales conocidos en la naturaleza sólo un grupo reducido de unos cincuenta, denominados petrogenéticos desempeñan un papel fundamental en la formación de las rocas y los principales son constituyentes principales del grupo de los silicatos, acompañados, en menor medida por otras especies minerales de los grupos de los carbonatos, sulfatos, sulfuros, cloruros, fosfatos, óxidos e hidróxidos.

Y de este grupo selecto, en las clases prácticas vamos a prestar especial atención a un grupo más reducido a los que deberemos reconocer rápidamente para así centrarnos luego, en las interrelaciones entre ellos, es decir, en las texturas que conforman.

Cuarzo  
 Feldespatos alcalinos  
 Plagioclasas  
 Biotita  
 Muscovita  
 Piroxenos  
 Anfíboles  
 Epidoto  
 Olivino  
 Titanita  
 Granates  
 Cordierita



Granodiorita Plutón Palanche, Sa. de Velasco, La Rioja

Ahora bien, la abundancia (en volumen) de los minerales que constituyen una roca ígnea se denomina la moda de esa roca. Es decir, la moda es la expresión de la abundancia volumétrica de los minerales constituyentes expresada, en porcentajes (% vol).

Estos minerales se clasifican como:

-Minerales Primarios: son aquellos originados durante la formación de la roca, cristalizando directamente a partir del magma. Los minerales primarios se dividen, a su vez, en:

**Esenciales:** son fundamentales para el diagnóstico y clasificación de la roca y cuya cantidad determina el nombre de la roca. En el caso de la clasificación que usaremos en las clases prácticas - que es la adoptada por la IUGS (1979) y a la cual nos referiremos en las próximas páginas - para rocas con contenidos de minerales máficos menores a 90% , los minerales esenciales son *cuarzo, feldespatos alcalinos, plagioclasas y feldespatoides* y para rocas con contenidos de máficos superiores a 90% (rocas ultramáficas) los minerales esenciales son *olivino, piroxenos y hornblenda*.

**Accesorios:** son aquellos que definen características mineralógicas distintivas de una roca y, por ello son indicativas de su carácter químico y permiten realizar una clasificación preliminar entre distintas facies bajo estudio. Existen accesorios mayores (1-10%) como por ejemplo biotita, muscovita, anfíboles, piroxenos, etc., que suelen emplearse para adjetivar el nombre de la roca, por ejemplo, granodiorita biotítica o monzogranítico de dos micas. Los accesorios menores (contenidos inferiores a 1%) son por ejemplo apatito, circón, titanita y minerales opacos entre otros y aunque su presencia no es significativa suelen brindar información petrogenética. El ejemplo más típico es la presencia de circón cuya presencia suele ser importante si se precisa realizar análisis isotópicos o geocronológicos.

**Minerales Secundarios:** son aquellos formados con posterioridad a la cristalización de la roca (en estado subsólido) y son el resultado de procesos de transformación o alteración de los minerales primarios. Son ejemplos de éstos la caolinita, sericita, illita, clorita, epidoto y carbonatos. La clave del proceso de formación de estos minerales es la circulación de soluciones intergranulares

## Clasificación QAPF (adoptada por la IUGS)

Esta clasificación, propuesta por Streckeisen (1976) y modificada por Le Maitre et al. (2002) se basa en la abundancia modal de cinco minerales (o grupos minerales):

Q: cuarzo

A: feldespatos alcalinos (ortosa, microclino, sanidina, pertitas) y plagioclasas (de composición  $An_{00}$  a  $An_{05}$ )

P: plagioclasas ( $An_{05}$  a  $An_{100}$ )

F: feldespatoides (nefelina, leucita, etc.)

M: máficos (piroxenos, anfíboles, olivino, micas, granate, opacos, etc.)

En el caso de las rocas con  $M < 90$  se utiliza un doble triángulo, en cuyos vértices se ubican los minerales félsicos, denominándose QAP al triángulo superior y APF, al inferior. Cada uno de los vértices corresponde al 100% modal de cada grupo mineral y el lado opuesto del triángulo al 0%. La línea que separa ambos triángulos marca la Relación Feldespato de la roca, la que puede calcularse como sigue:

$$RF = P / (P + A) \times 100$$

Y es de mucha utilidad porque valores determinados de esta relación (10-35-65-90) se emplea como puntos de proyección para la separación entre los diferentes campos que le dan denominación a las rocas ígneas. Esta clasificación cuenta con diagramas equivalentes para rocas plutónicas y volcánicas

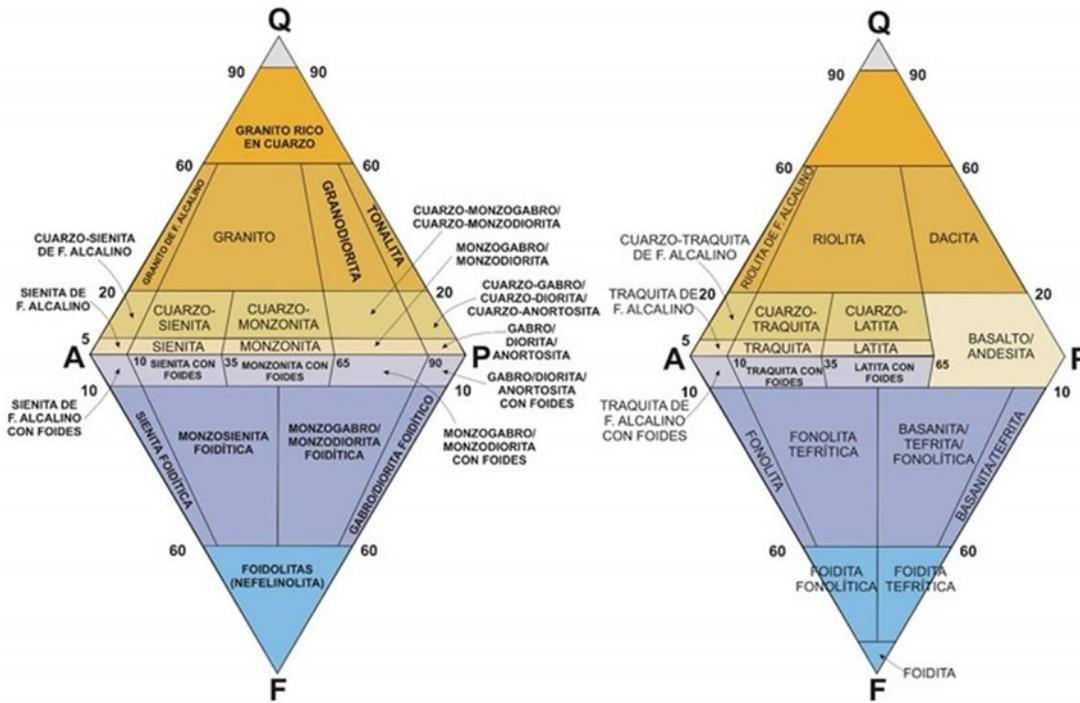


Diagrama QAPF para rocas ígneas plutónicas (izquierda) y volcánicas (derecha)

Como podemos ver el campo de las dioritas y gabros queda restringido a una pequeña zona cercana al vértice P y, en rigor de verdad, esta clasificación no nos da herramientas para poder diferenciar estas dos rocas, esencialmente diferentes. Es por ello que, en clases prácticas, utilizaremos la mineralogía de la roca para clasificarla como una u otra, de acuerdo a la siguiente tabla:

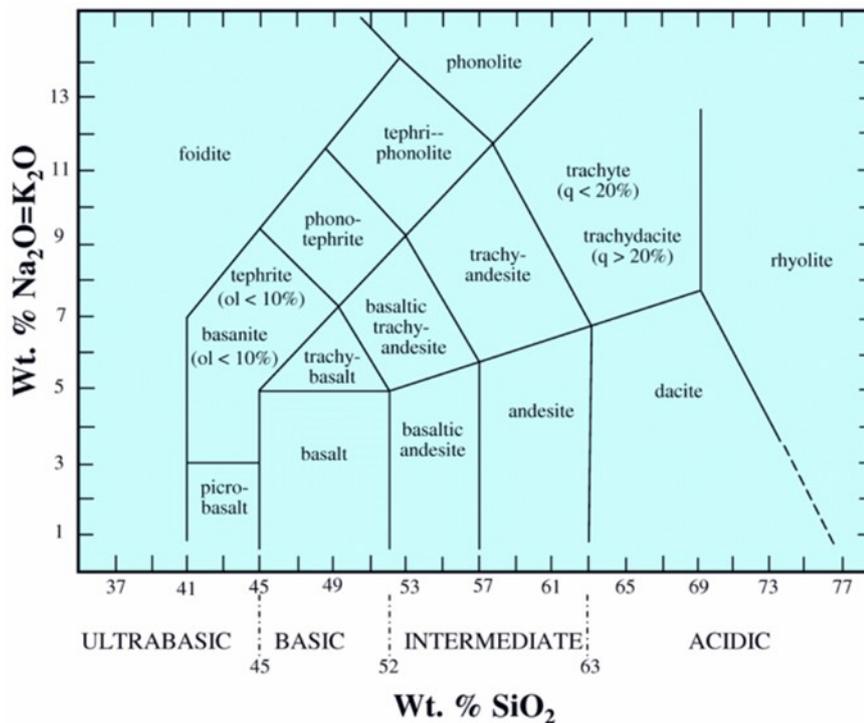
Dioritas	Gabros
Oligoclasa -Andesina	Labradorita- Bytownita
Hornblenda	Piroxenos
Biotita	Olivino

Algo similar ocurre con los campos de las Andesitas y Basaltos, en el diagrama de rocas volcánicas y, una vez más, la diferencia entre ambas litologías se realizará, en el práctico en base a sus minerales accesorios

Andesita	Basalto
Hornblenda	Piroxenos
Biotita	Olivino

En el caso particular de las rocas volcánicas, muchas veces es imposible determinar su moda debido a la característica afanítica de la mayor parte de su constitución y sólo es posible identificar la composición de los fenocristales, por lo que se realiza la clasificación en base a la moda de estos componentes de mayor tamaño y se definen "fenotipos". En este caso debe ante-ponerse el prefijo "feno" al nombre de la roca que resulte de su proyección en el diagrama QAPF. Por ej: fenoriolita, fenodacita, etc.

Sin embargo, si se cuenta con análisis químicos de las rocas volcánicas, con frecuencia se recurre a una clasificación alternativa conocida como TAS (Total Alkali-Silica) que se basa en la composición química de la roca de estos elementos expresados como óxidos.



Clasificación TAS, para rocas volcánicas

## ¿Cómo funciona esta clasificación de Streckeisen?

Los pasos a seguir para clasificar una roca empleando el diagrama triangular, en nuestro ejemplo el QAP, son muy simples y consisten en:

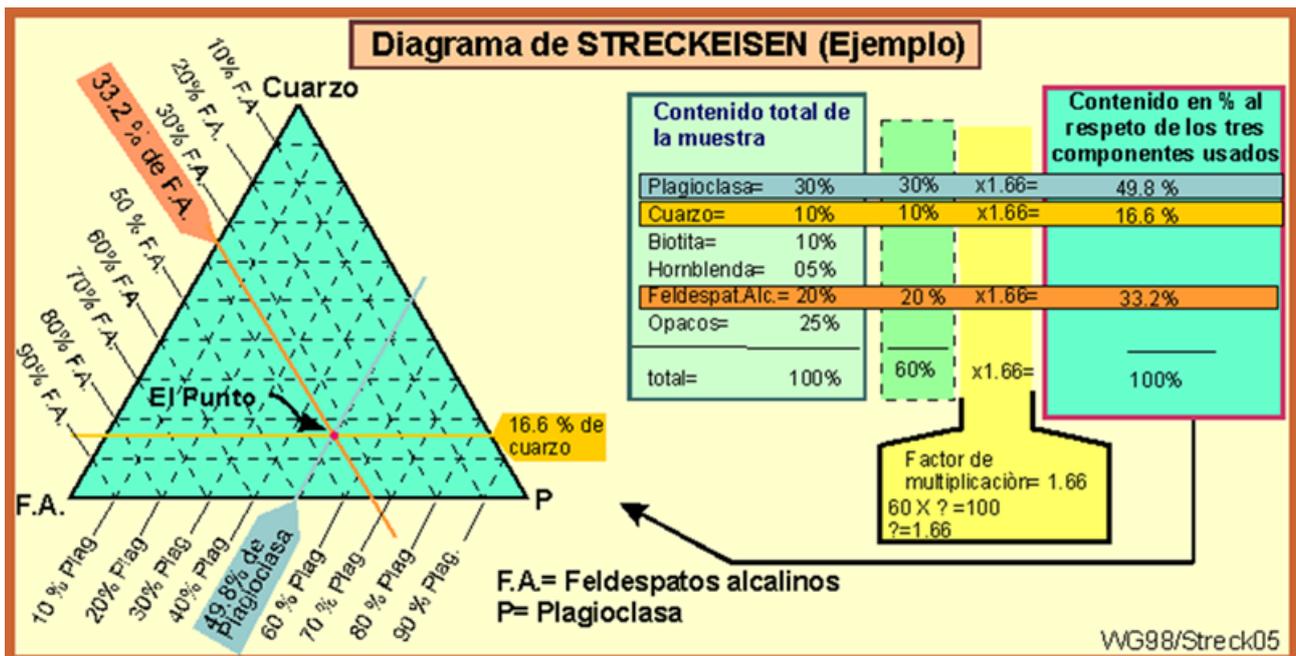
- 1- realizar el análisis modal, determinando el porcentaje en volumen de los grupos minerales Q, A, P y M.
- 2- recalculer a 100% los porcentajes de Q,A y P, que son los vértices de nuestro diagrama, distribuyendo el contenido en M proporcionalmente entre ellos.

Esto se consigue mediante una regla de tres simple:

Sabemos que:  $Q+A+P=Z$   
 Por lo tanto:  $Z \text{ ----- } 100\%$   
 y contenido de Q sería:  $Q \text{ ----- } X_Q \%$      $X_Q = Q.100/Z$   
 el contenido de A:  $A \text{ ----- } X_A \%$      $X_A = A.100/Z$   
 el contenido de P:  $P \text{ ----- } X_P \%$      $X_P = P.100/Z$

Estos nuevos valores recalculados para cada grupo mineral (X) se proyectan en el diagrama y se obtiene el nombre de la roca.

El mismo cálculo puede seguirse en el siguiente esquema:



En el ejemplo, el valor de Z= 60  
 y los valores recalculados para los grupos minerales quedan en:

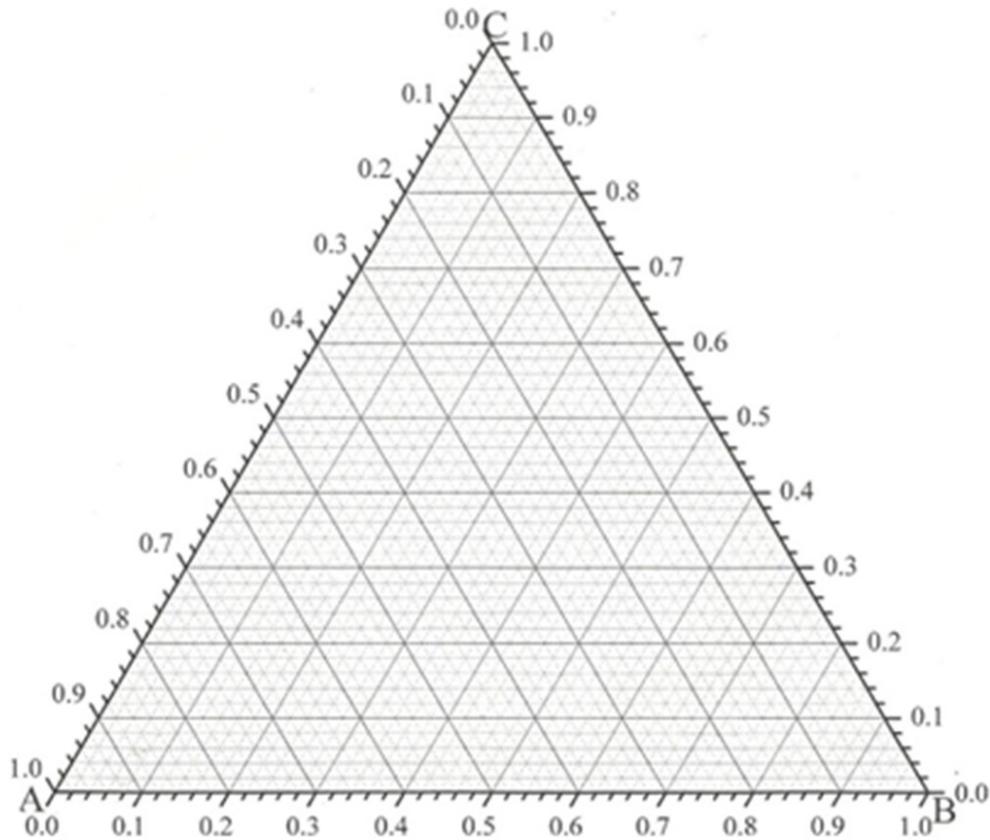
Q= 16,6%

A= 33,2%

P=49,8%

La roca se clasifica como una MONZONITA CUARZOSA

En el siguiente diagrama triangular puede ejercitarse, clasificando las rocas en base al cálculo modal determinado en clase.



Minerales	% modales	% recalculados
Q		
A		
P		
M		---
Totales	100	100

Les dejo una pregunta: ¿ pueden coexistir minerales de los grupos Q y F en una misma roca? ¿Por qué?.

Y les doy una pista como palabras clave: calculo normativo y química mineral.

Hora de leer la teoría, consultar algún libro, preguntar e investigar un poquito...

## Textura y estructura, la segunda pata

Ahora que ya aprendimos a clasificar las rocas ígneas utilizando su mineralogía, es hora de aprender acerca de las texturas y estructuras y para ello, comencemos definiendo estos conceptos, al que debemos además agregar el término “fábrica” que puede ser utilizado para designar tanto una estructura como una textura, cuando no es posible establecer un límite definido entre ambas.

El término estructura se refiere a rasgos reconocibles a escala de afloramientos en el campo o en muestras de mano y describe la distribución y ordenamiento de los minerales que constituyen una roca. En otras palabras, define las heterogeneidades (o su ausencia) que podemos reconocer en una roca, a ojo desnudo.

Las estructuras más comunes definidas por estas heterogeneidades son *bandeamiento*, *foliación* o *lineación* que, en el ambiente ígneo pueden tener un origen primario, es decir en estado subsólido, que podemos observar, por ejemplo, en los bordes de algunos plutones en los que los minerales de hábito tabular o laminar se orientan paralelamente a las líneas de flujo o durante la formación de cumulos.

Una estructura bandeada se refiere a la disposición preferencial de los componentes minerales en bandas más o menos planares, curvadas o irregulares. La foliación se define como la orientación preferencial de minerales de hábito laminar, particularmente de micas y la lineación es una estructura que resulta de la orientación preferencial de minerales de hábito prismático, como anfíboles. Si la roca es homogénea presenta una estructura maciza

Otros tipos de estructuras que podemos reconocer en las rocas ígneas son la estructura mirolítica, que son cavidades angulares, a veces rellenas por cristales de turmalina, cuarzo o fluorita y son generadas en las rocas plutónicas debido a la contracción que ocurre durante el enfriamiento del magma o por emisión tardía de gas, al final de la cristalización; esta estructura indica un emplazamiento somero, y la estructura orbicular, en las que las orbículas son segregaciones de forma esférica que constan de un núcleo de feldespato alcalino que se encuentra rodeado por un borde fibrorradiado de oligoclasa; su origen, posiblemente se halle relacionado con un fundido en el que existen cristales de feldespato potásico, sometido a un movimiento turbulento.

En este punto del práctico debemos detenernos, hacer nuestra primera parada y, trabajando con muestras de mano de la colección de la cátedra, llenemos las planillas correspondientes con la información que podamos recabar de ellas y realizar un esquema de las principales características.

En la siguiente ficha, describa y esquematice diferentes tipos de estructuras ígneas

**Nº. De la muestra.** \_\_\_\_\_

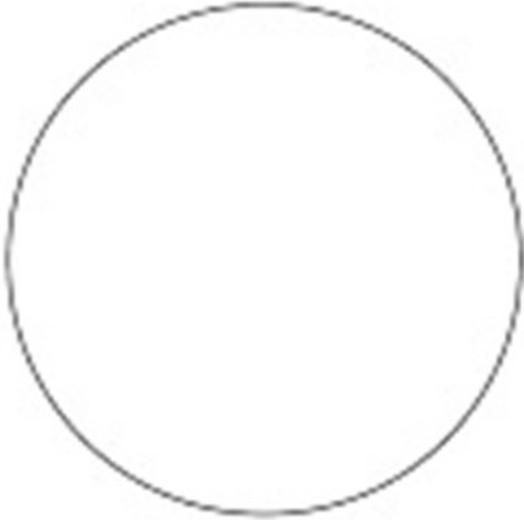
**Localización.** \_\_\_\_\_

**Minerales presentes (%): Representación gráfica.**

1

2

3



**Observaciones.**

La textura, que generalmente se describe en observaciones microscópicas, es el conjunto de relaciones espaciales intergranulares y de características morfológicas (tamaño y forma) de los componentes minerales de una roca y son el resultado de los procesos que tienen lugar durante la cristalización del magma.

La importancia del correcto reconocimiento y descripción de las texturas radica en el hecho que éstas son indicativas de las condiciones que prevalecieron durante la cristalización de un magma y posterior formación de una roca, ya que su desarrollo está controlado por el ritmo y orden de cristalización que a su vez, depende de parámetros físicos como temperatura, presión, viscosidad, contenido de gas, etc. del magma.

En otras palabras, las texturas son las evidencias de los procesos que tuvieron lugar en el interior de ese magma desde su formación, ascenso, enfriamiento, cristalización y emplazamiento. Y la petrografía nos enseña a leer estas pistas que nos permite reconstruir su historia.

La textura está definida por cuatro (4) parámetros principales que, como dijimos antes, nos permitirán interpretar los principales procesos acaecidos durante el enfriamiento del magma. Durante las clases prácticas reconoceremos, en el microscopio, cada uno de los parámetros texturales que definiremos a continuación y completaremos las fichas correspondientes.

1-Grado de cristalinidad: indica la relación entre material cristalizado y material vítreo en la roca. Este factor está determinado principalmente por la velocidad de enfriamiento del magma y por lo tanto guarda relación directa con la profundidad en la que se produjo la cristalización del magma y formación de la roca. Es factible reconocer tres tipos de texturas, en base a este parámetro:

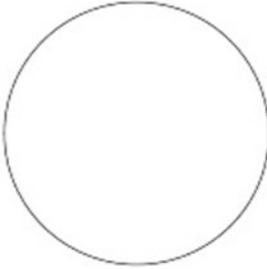
Holohialinas: aquellas rocas que están compuestas totalmente de material vítreo y su desarrollo es exclusivamente del ambiente volcánico.

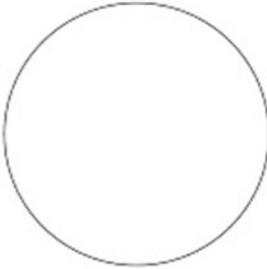
Merocristalinas (merohialinas): rocas constituidas en parte por material vítreo y en parte por cristales, sin hacer referencia al porcentaje en que está presente cada uno de éstos. La presencia de vidrio indica que, al menos parte del enfriamiento del magma ocurrió a altas velocidades, en un nivel volcánico o subvolcánico.

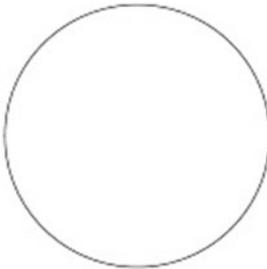
Holocristalinas: compuestas totalmente por cristales y se desarrolla en un ambiente exclusivamente plutónico.

Complete las siguientes fichas con ejemplos de cada una de estas texturas empleando cortes de la colección de la cátedra.

Y de paso: en una roca con textura merocristalina: qué inferencia podemos hacer respecto al proceso de cristalización? ¿Podemos decir algo sobre las etapas de cristalización de esa roca?

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

2-Tamaño de los cristales: este parámetro textural está controlado por la interacción de diferentes variables, tales como la velocidad de enfriamiento del magma, la composición química de los líquidos magmáticos y la existencia y composición de una fase disuelta o “libre”. De acuerdo con el tamaño de los cristales una roca puede presentar textura:

Afanítica: cuando los cristales no son reconocibles a simple vista ni con lupa. Si los cristales pueden reconocerse mediante el uso de microscopio la textura se denominan microcristalinas, y en el caso de que el tamaño de los cristales sea aún menor y deba recurrirse a estudios más específicos, como difracción de rayos X o microsonda, se denomina criptocristalina.

Fanerítica: en el caso que los cristales puedan reconocerse a simple vista o con lupa. Según el tamaño de los cristales, la roca puede ser de

grano fino: < 2 mm (pero reconocibles)

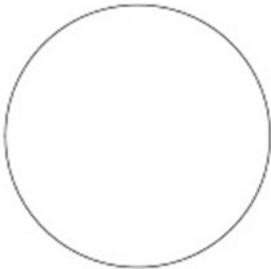
grano medio: 2 – 5 mm

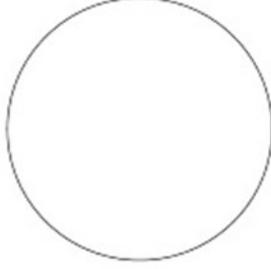
grano grueso: 5 mm – 3 cm

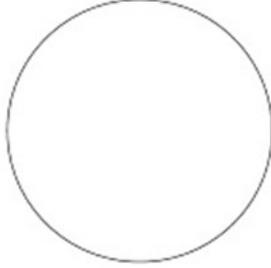
grano muy grueso: > 3 cm

¿En qué ambiente habrá cristalizado una roca afanítica? ¿y una fanerítica? ¿y una porfiroafanítica?

Complete las siguientes fichas con ejemplos de textura afanítica y fanerítica, empleando cortes de la colección de la cátedra.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

3-Relación de tamaño de grano: una roca puede estar constituida por cristales de un único rango de tamaño y otras veces es factible reconocer, en una misma muestra, minerales que pertenecen a dos o más de estos rangos. Y esta distribución de tamaños es muy importante a la hora de determinar el proceso de cristalización del magma y formación de una roca.

En este sentido, una roca puede ser:

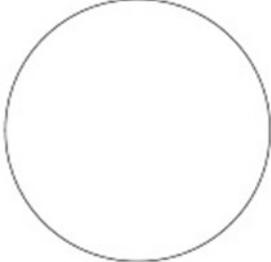
- Equigranular: cuando los componentes minerales tienen aproximadamente el mismo tamaño o bien, cuando los tamaños de los minerales se encuentran dentro de los rangos mencionados anteriormente.

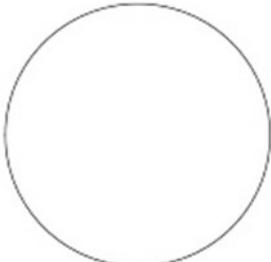
-**Inequigranular**: cuando los cristales de una roca presentan diferentes tamaños. En este caso tal diferencia de dimensiones puede ser una variación gradual, en cuyo caso se denomina textura inequigranular seriada.

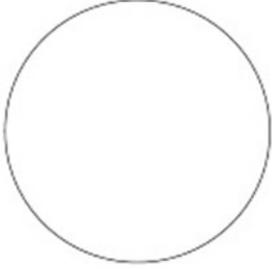
-**Porfírica**: cuando la roca presenta cristales de un tamaño mucho mayor (aproximadamente 10 veces) al resto de los minerales de la roca. Los cristales mayores se denominan megacrismos (o fenocrismos) y al resto de la roca se refiere como pasta o matriz.

Pregunta: ¿qué nos indicará una roca equigranular, o seriada o porfírica? ¿Podemos hacer alguna inferencia respecto a su proceso de cristalización?

Complete las siguientes fichas con ejemplos de textura equigranular, seriada y porfírica empleando cortes de la colección de la cátedra.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

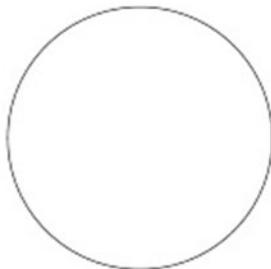
Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

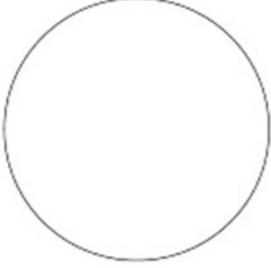
Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

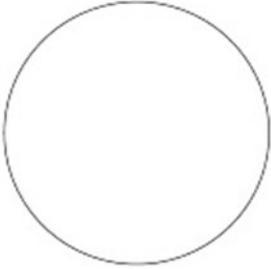
4-Forma de los cristales: se refiere a la presencia o no de formas geométricas simples y regidas por el grado de simetría de la red cristalina. La forma de los cristales de una roca ígnea depende de la interacción de cinco principales mecanismos de crecimiento: crecimiento libre, crecimiento dificultado, corrosión, fracturas mecánicas frágiles y fracturas mecánicas dúctiles.

Los cristales pueden así clasificarse como euhedrales, cuando están limitados por caras cristalinas totalmente desarrolladas, subhedrales, con cristales limitados por caras parcialmente desarrolladas y anhedrales, cuando los minerales no presentan caras cristalinas.

Complete las siguientes fichas con ejemplos de minerales euhedrales, subhedrales y anhedrales, empleando cortes de la colección de la cátedra.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Ahora bien, en base a estos parámetros de crecimiento mineral, una roca puede presentar una de las siguientes texturas:

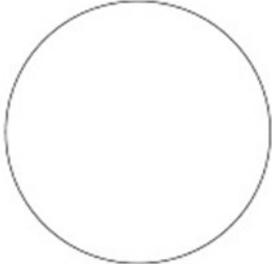
-Idiomórfica: en el caso que la roca esté compuesta mayoritariamente por cristales euhedrales.

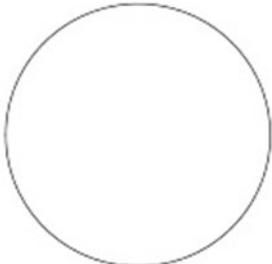
-Hipidiomórfica: cuando los cristales que constituyen la roca son principalmente subhedrales, aunque también se reconozcan cristales euhedrales y anhedrales en proporción mucho menor.

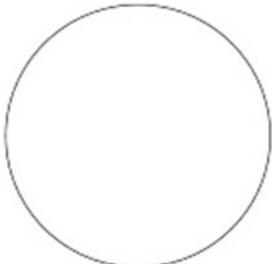
-Xenomórfica: cuando la roca está constituida mayoritariamente por cristales anhedrales.

Algunas preguntas más, para invitarlos a consultar alguna bibliografía o los apuntes de teoría: ¿conoce alguna roca que presente, característicamente, una textura idiomórfica? ¿cómo se llama y cuál es el proceso de su formación? ¿cuál sería el proceso de cristalización que desarrollaría una textura hipidiomórfica y xenomórfica? ¿pueden darse estas diferentes texturas en facies de un mismo plutón?

Complete las siguientes fichas con ejemplos de textura idiomórfica, hipidiomórfica y xenomórfica, empleando cortes de la colección de la cátedra.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

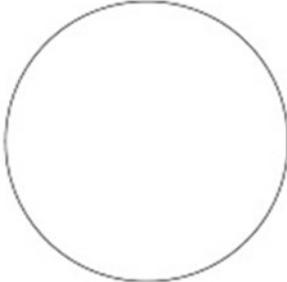
## Texturas especiales

Además de estas texturas generales, que son fundamentales en la tarea de describir petrográficamente una roca ígnea, existen otra serie de texturas especiales que no se desarrollan en todas las rocas y sin embargo su presencia es de gran importancia para entender determinados procesos específicos acaecidos durante el enfriamiento y cristalización de una roca en particular.

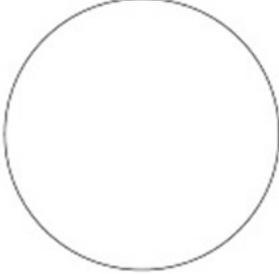
Se mencionan a continuación las más importantes que tienen lugar en rocas plutónicas y el alumno deberá completar las fichas correspondientes a cada una.

### Texturas especiales en rocas plutónicas

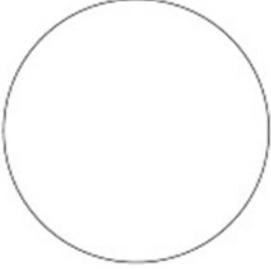
**Textura mirmequítica:** entrecrecimiento de cuarzo (en forma vermicular) con plagioclasa ácida. Aparece como textura reaccional postmagmática en el contacto entre plagioclasa y feldespato potásico. Se produce por un reemplazamiento de la plagioclasa al feldespato potásico, en donde el exceso de sílice generado forma las mirmequitas.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

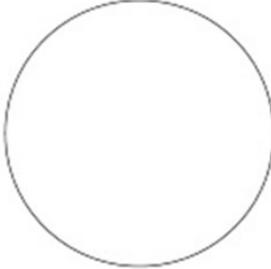
Textura gráfica: intercrecimiento de cuarzo (en forma de cristales esqueléticos que recuerda la escritura cuneiforme) y feldespato potásico. Se interpreta como cristalización simultánea de los dos minerales (mezcla eutéctica).

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

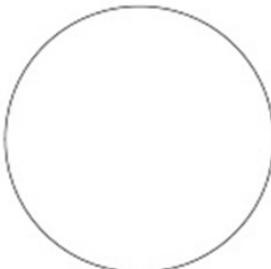
Textura pertítica: se origina por desmezcla en estado sólido de feldespato potásico y albita, cuando estos minerales dejan de ser miscibles por descenso de la temperatura. La *textura pertítica* está definida por cristales de plagioclasa ácida dentro de un cristal de feldespato potásico y la relación inversa se denomina *antipertita*; cuando la proporción de ambos minerales es la misma, *mesopertita*.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

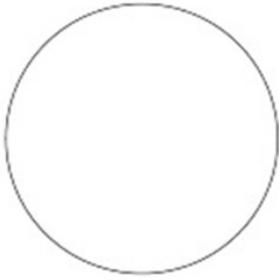
Textura simplectítica: intercrecimiento vermicular de dos fases minerales por cristalización simultánea de ambas, por ejemplo, muscovita – cuarzo o biotita – cuarzo.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

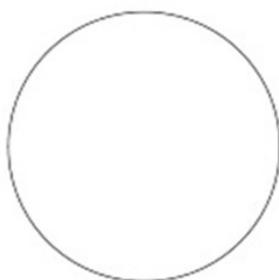
Textura coronítica o coronas de reacción: desarrollada por reacción entre minerales, cuyos productos se disponen formando una corona en torno al mineral primitivo. Es común en los gabros, en donde alrededor del olivino en contacto con plagioclasa, se forma una corona de un ortopiroxeno, y en el borde de la plagioclasa se forma un anfíbol y espinelo.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

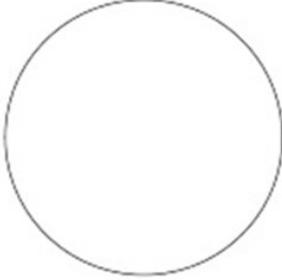
Textura poiquilítica: definida por cristales de gran tamaño que presentan numerosas inclusiones de otros minerales en su interior.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

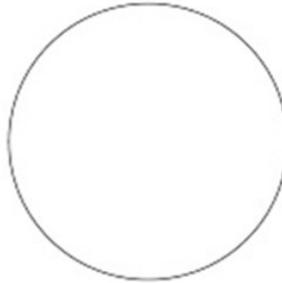
Textura ofítica: es un tipo de textura poiquilítica. Pequeños cristales de plagioclasas rodeados completamente por piroxeno. Si éste rodea parcialmente a la plagioclasa (debido al mayor tamaño de ésta), la textura se denomina subofítica. Es típica de gabros.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Texturas manteadas en los feldespatos: en muchas rocas graníticas los cristales de microclino o de ortosa presentan los bordes con crecimiento de albita. En este caso la textura se denomina rapakivi, y si la relación es inversa, antirapakivi. La mezcla de magmas de diferente composición es uno de los mecanismos propuestos para el origen de estas texturas en rocas plutónicas, en donde un tipo de feldespato utiliza al otro como centro de crecimiento.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

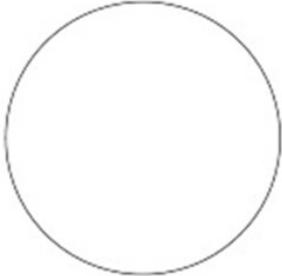
Textura monzonítica: disposición al azar de numerosas tablillas de plagioclasa en una masa de feldespato alcalino que se dispone como un pavimento intersticial.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Zonación de plagioclasas: si durante la cristalización se mantiene el equilibrio entre el líquido y los cristales de plagioclasa, éstos deben ser homogéneos, pero es frecuente que los cristales de plagioclasa presenten una zonación, que representa, precisamente un cierto desequilibrio durante el proceso de cristalización del líquido magmático

Las zonaciones pueden ser:

- Continua: cuando la composición varía sin discontinuidades desde el centro hasta el borde del cristal; es normal cuando el núcleo es más rico en anortita que el borde, e inverso cuando el núcleo es más rico en albita.
- Discontinua: cuando existen saltos bruscos en la composición de una zona a la siguiente.
- Oscilatoria: en el caso en que las composiciones alternen zonas más cálcicas con más sódicas.

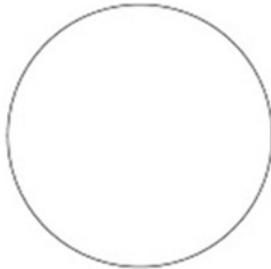
Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

### Texturas especiales en rocas volcánicas

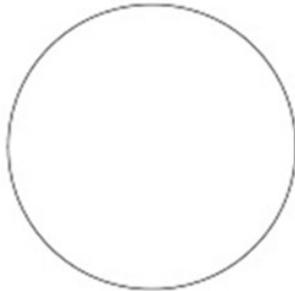
Por su parte, las rocas volcánicas presentan sus propias texturas y estructuras especiales. Recordemos que las rocas volcánicas pueden estar formadas por componentes cristalizados y/o por componentes no cristalizados, por lo tanto, de acuerdo con el grado de cristalinidad, puede ser holocristalina, holohialina o merocristalina; además son siempre afaníticas en su mayor parte, tanto micro como criptocristalina y es común el desarrollo de fenocristales formando una textura porfiroafanítica.

En este importante grupo de rocas es común el desarrollo de:

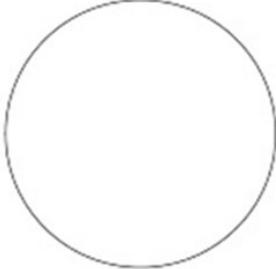
**Estructuras Vesicular y Amigdaloida:** que son aquellas que se forman al expandirse los gases en las lavas y generan cavidades o *vesículas* de formas esféricas, ovoides o irregulares. Subsecuentemente pueden ser rellenadas por minerales deutéricos o secundarios, tales como ópalo, calcedonia, clorita, calcita y zeolitas, para formar *amígdalas*.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

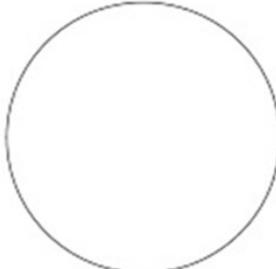
**Textura Microlítica:** se presenta en la matriz de una roca, cuando está compuesta por un agregado de microlitos (cristales incipientes muy pequeños, generalmente de feldespatos) paralelos o diferencialmente orientados en una matriz (mesostasis) cripto-cristalina o vítreo.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

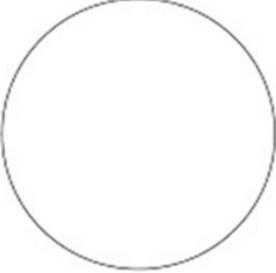
**Textura Afieltrada:** la matriz holocristalina de algunas rocas consiste en microlitos fuertemente apretados, generalmente de feldespatos entrelazados en una forma irregular, semejante a un fieltro. Si, como sucede en muchas andesitas y traquitas, los atestados microlitos de feldespatos están dispuestos en una forma subparalela como resultado del flujo y sus intersticios están ocupados por material micro o criptocristalino, la textura se denomina pilitóxica o traquítica

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

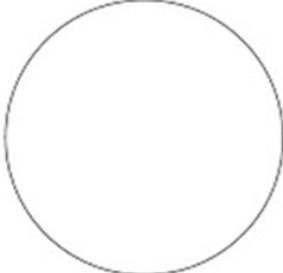
**Textura Esferulítica:** se desarrolla en las lavas silíceas, particularmente aquellas ricas en vidrio y se caracteriza por presentar agregados radiales, de minerales aciculares y fibrosos, conocidos como esferulitas.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

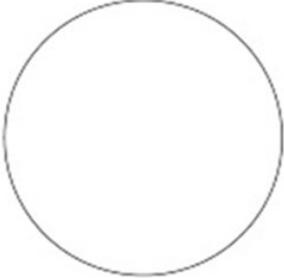
**Textura Intergranular:** es común en basaltos y diabasas en donde se observa que los intersticios angulosos entre los feldespatos están ocupados por minerales ferromagnesianos, generalmente olivino, piroxeno u opacos, orientados al azar. Cuando los intersticios están ocupados por vidrio, material criptocristalino o minerales secundarios, como serpentina, clorita, calcita, etc., la textura se denomina intersertal.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

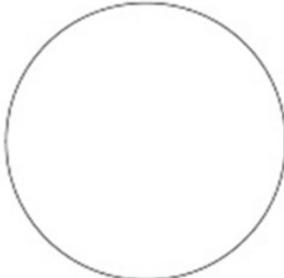
**Textura Hialoofítica:** es una gradación de la textura intersertal, que se produce cuando el vidrio y los minerales no granulares envuelven parcialmente a los feldespatos.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

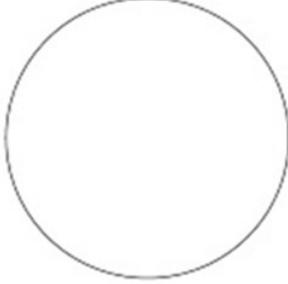
**Textura Hialopilitica:** la textura intersertal también gradúa a esta textura cuando el vidrio ocupa pequeños intersticios entre microlitos de feldespato con una orientación casual.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

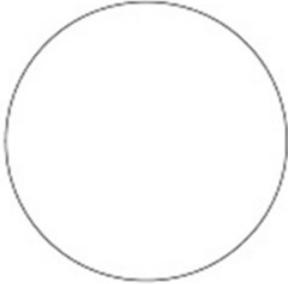
**Textura Vítre:** mosaico compuesto por vidrio volcánico.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1	
2	
3	
Observaciones.	

Textura Perlítica: textura vítrea craquelada, que forma estructuras esferoides, debido a la contracción durante el enfriamiento o a una hidratación del vidrio volcánico.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

Textura de Flujo: textura que se desarrolla en rocas de grano fino o vítreas caracterizada por un patrón ondulado o arremolinado en el que minerales prismáticos o laminares están orientados a lo largo de planos de flujo.

Nº. De la muestra. _____	Localización. _____
Textura _____	
Minerales presentes (%):	Representación gráfica.
1 2 3	
Observaciones.	

## Ejercicio complementario

Y para el final, después de haber recorrido juntos estas páginas, queremos proponerles un ejercicio final que consistirá en reunir, en una única ficha, todo lo que aprendimos hasta aquí. Se trata de una ficha de *Descripción petrográfica de cortes delgados*, que diseñamos para volcar la mineralogía y las texturas que reconocieron durante el estudio petrográfico de cada corte delgado analizado.

Como podrán ver, consta de un *encabezado*, donde simplemente se enumerarán los minerales y las texturas reconocidas, un área mayor destinada a la *descripción*, en la que, con lenguaje sencillo pero con un léxico técnico preciso (y con ortografía y sintaxis perfecta, obviamente) se expliquen sobre cada una de las características y detalles que hayan observado en el corte delgado y finalmente disponen, al final de la ficha, un espacio para realizar esquemas complementarios que considere relevantes de la roca descrita.

Bonus track: un detalle no menor que, sin embargo, no es suficientemente tenido en cuenta es la diferencia entre *descripción* e *interpretación*, que consideramos preciso explicitar. Una descripción es, esencialmente, objetiva: cada palabra que escriban en una descripción no debe dar lugar a duda y puede ser corroborada por cualquier otro observador: por ejemplo si detallan que un cristal de cuarzo tiene extinción fragmentosa, o una plagioclasa tiene macla polisintética o una biotita tiene una longitud de 0,3 mm.

En cambio, una interpretación es, por definición, subjetiva y puede ser debatido por otros colegas que observen el mismo corte: dos tamaños de cristales de feldespatos, con formas y hasta alteraciones diferentes, puede interpretarse como formados en dos etapas diferentes durante la cristalización de ese magma. Pero no deja de ser una interpretación que puede ser opinable o sujeta a una interpretación diferente.

Para ponerlo en otras palabras: uno pondría las manos en el fuego por su descripción pero debatiría una interpretación durante un *happy hour* posterior a la clase.

## Ficha de descripción de cortes delgados

Nº de corte delgado:

Minerales esenciales:

Minerales accesorios:

Minerales secundarios:

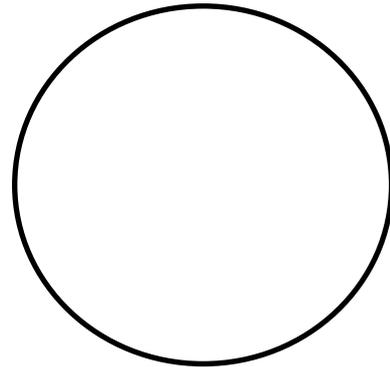
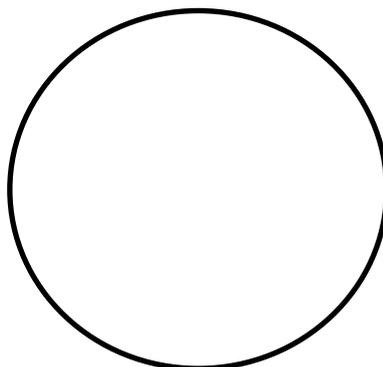
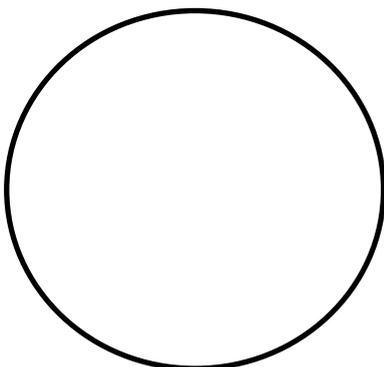
Textura:

Estructura:

Texturas especiales:

Descripción:

Esquemas complementarios



## Palabras finales

Así llegamos al final de estas páginas con las que quisimos acompañarlos en este recorrido por el mundo de la Petrografía. Apenas unas pocas líneas que esperamos sean útiles para los primeros pasos en esta disciplina.

A modo de despedida, deseamos expresar nuestra aspiración de que esta contribución no sea una versión definitiva y final, sino que por el contrario se nutra continuamente con el aporte de colegas y estudiantes que, con el correr del tiempo y el uso en los laboratorios de microscopía, haya siempre una nueva modificación o agregado que la enriquezca.

Esperamos que, a medida que haya avanzado el curso, además de lo estrictamente programático hayamos reforzado nuestra capacidad para pensar reflexivamente, hayamos mejorado nuestras habilidades de comunicación oral y escrita y nos sintamos ahora más seguros a la hora de la evaluación de nuestros conocimientos. Del mismo modo esperamos haber alcanzado, aunque de manera parcial, los objetivos intrínsecos de toda docencia en el ámbito científico:

- Obtener la destreza necesaria para realizar observaciones, obtener datos, representarlos y transmitirlos.
- Aprender a integrar los códigos del lenguaje científico habituales en Petrología Ígnea.
- Analizar y utilizar la información de manera crítica.
- Aprender y aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos para resolver problemas.
- Transmitir adecuadamente la información, de forma verbal, escrita y gráfica, incluyendo la utilización de las nuevas tecnologías de comunicación e información.

Y, en definitiva, favorecer la motivación del alumno desarrollando una actitud de curiosidad intelectual hacia los fenómenos naturales.

Un saludo cordial y agradecimiento a todos aquellos a quienes hayan encontrado en esta guía una herramienta útil: a los estudiantes que puedan haber encontrado respuesta a algunas preguntas y disparadores para nuevas preguntas; a los colegas que, con generosidad, contribuyan a mejorar este primer intento. En definitiva, a todos los que están convencidos que ciencia se hace a fuerza de esfuerzo constante y solidario y que la educación es el único camino y la respuesta final.

## Bibliografía para consultar:

- Bard, J.P. 1985. Microtexturas de Rocas Magmáticas y Metamórficas. Ed. Masson. 177 pp.
- Bates, R. and Jackson, J. (Eds.), 1981. Glossary of Geology, Second Edition, 751 pp.
- Castro Dorado, A. 2015. Petrografía de rocas ígneas y metamórficas. Editorial Paraninfo. 276 pp.
- Hibbard, M.J. 1995. Petrography to Petrogenesis. Editorial Prentice Hall. 587 pp.
- Le Maitre, R.; Bateman, P.; Dudek, A.; Keller, J.; Lameyre, J.; Le Bas, M.; Sabine, P.; Schmidt, R.; Sorensen, H.; Streckeisen, A.; Wooley, A. and Zanettin, B. 1989. A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Blackwell Sci. Publications. 192 pp.
- López, J.P y Bellos, L. 2006. Texturas y Estructuras de las Rocas Igneas: Significado Petroológico e Implicancias en las Condiciones de Formación de las Rocas. Miscelánea N° 15, IN-SUGEO-CONICET. 60 pp.
- Raith, M.; Raase, P. and Reinhardt, J. , 2011. Guide to Thin Section Microscopy. .ISBN 978-3-00-033606-5 (PDF) 107 pp
- Shelley, D. 1993. Igneous and Metamorphic rocks under the microscope. Chapman and Hall. London. 445 pp.
- Teruggi, M., 1980. La Clasificación de las Rocas Ígneas según la Subcomisión de Sistemática de la Rocas Ígneas de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS). Colección Ciencias de la Tierra N° 1. Ediciones Científicas Argentinas Librart, 34 pp.
- Tirrell, G.W. 1963. Principios de Petrología. Editorial Continental, México. 369 pp.
- Turner, F.J. & Verhoogen, J. 1978. Petrología ígnea y metamórfica. Editorial Omega. Tercera edición. 726 pp.
- Williams, H.; Turner, F.J. y Gilbert, C.M. 1968. Petrografía. Compañía Editorial Continental, 430 pp.
- Winter, J.D. 2001. An introduction to igneous and metamorphic petrology. Editorial Prentice Hall, New Jersey. 699 pp.