

Capítulo 2

Clasificación y nomenclatura de las rocas ígneas

Introducción

Tradicionalmente se clasifica a las rocas en ígneas, sedimentarias y metamórficas, basándose primero en criterios geológico - texturales y apoyado en la composición mineralógica.

Específicamente para clasificar a las rocas ígneas, se utilizan tres categorías:

Rocas Faneríticas: se incluyen las que tienen cristales que son visibles e identificables a simple vista.

Rocas Afaníticas: están constituidas por cristales y componentes, que son demasiado pequeños para ser identificables a simple vista.

Rocas Fragmentadas: están constituidas por material ígneo desagregado, depositado y posteriormente amalgamado. Los fragmentos pueden incluir, rocas preexistentes (líticos), fragmentos de cristales y vidrio.

Cuando la roca muestra textura fanerítica, significa que ha cristalizado lentamente por debajo de la superficie de la Tierra y es denominada roca plutónica o intrusiva. Si la roca es afanítica, significa que se ha enfriado rápidamente sobre la superficie de la Tierra y se la denomina roca volcánica o extrusiva. Las rocas constituidas por fragmentos ígneos, se las denomina colectivamente, rocas piroclásticas. Algunas rocas clasificadas como faneríticas y afaníticas son relativamente equigranulares (con tamaño de grano uniforme), mientras que otras exhiben diferentes tamaños de grano, porque los diferentes minerales, pueden haber tenido distintas velocidades de crecimiento. La variación del tamaño puede variar en forma gradual dentro de un rango pequeño, que se denomina seriada o puede presentar dos tamaños de grano bien contrastados, que se denominan porfíricas o porfíriticas. Los grandes cristales son denominados fenocristales y se forman durante un período de lento enfriamiento. Los cristales finos, de enfriamiento rápido se denominan matriz. La clasificación de tales rocas como plutónicas o volcánicas se basa fundamentalmente en el tamaño de grano de la matriz. Considerando que el tamaño de grano, es generalmente determinado por la velocidad de enfriamiento, las rocas porfíricas resultarían de dos fases distintas de enfriamiento. Las rocas volcánicas, los fenocristales, resultan del enfriamiento lento en una cámara magmática, mientras que la matriz se forma durante la erupción.

Términos composicionales

Casi todas las rocas ígneas están compuestas principalmente por minerales silicáticos: feldespatos, feldespatoides, cuarzo, moscovita, biotita, hornblenda, piroxenos y olivino. De estos los cuatro primeros son minerales félsicos (de álcali - calcio + sílice) y los restantes son minerales máficos (de magnesio - férrico y ferroso + sílice). Generalmente, el término félsico se refiere a los silicatos de colores claros, mientras que los máficos se refieren a los silicatos

de colores oscuros. Adicionalmente a estos minerales principales, hay minerales presentes en pequeñas cantidades, representados entre otros por, apatito, zircón, titanita, epidota y monacita, junto a óxidos, sulfuros y productos de alteración como cloritas, epidota y arcillas.

Las composiciones de las rocas ígneas pueden ser expresadas en distintas formas. La mayoría de los geólogos están de acuerdo en que el contenido mineral es la mejor base de clasificación para las rocas ígneas. Por desgracia un número de términos descriptivos utilizados son similares, pero no equivalentes, resultando en una confusión descriptiva. Por ejemplo, el término félsico, describe a rocas compuestas predominantemente por minerales félsicos, mientras que el término máfico describe a las rocas constituidas por dichos tipos de minerales.

El término ultramáfico, se refiere a rocas con >90% de minerales oscuros. Estos términos indican el contenido de minerales que forman las rocas, similarmente pero no equivalentes, los términos leucocrático y melanocrático, significan rocas formadas por minerales claros y oscuros respectivamente. Aquí el significado se refiere al color de las rocas. Asimismo estos términos tienen connotaciones químicas que pueden llevar a confusión. Por ejemplo las plagioclasas más cálcicas que An50, son de color gris oscuro y hasta negro. Lo mismo para el cuarzo ahumado. ¿Deben entonces estos minerales ser considerados máficos? La mayoría de los geólogos se resiste a esto. El color de las rocas se cuantifica utilizando el índice de color, que es simplemente el porcentaje en volumen de minerales oscuros.

Índice de color

hololeucocrático	0 - 5%
leucocrático	5 - 35%
mesocrático	35 - 65%
melanocrático	65 - 90%
ultramáfico	90 - 100%

Los términos puramente químicos, tales como: silíceo, magnesiano, alcalino o aluminoso, etc., se refieren simplemente al contenido de SiO_2 , MgO , $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ y Al_2O_3 , que se encuentran presentes en una roca particular y especialmente cuando son inusualmente altos. Un alto contenido de sílice se considera sinónimo con el término ácido. Opuesto a este término es el concepto de básico. Por lo que las rocas ígneas han sido subdivididas en:

Ácidas	>66% peso
Intermedias	66-52% peso
Básicas	52-45% peso
Ultrabásicas	<45% peso

Ahora bien el porcentaje de sílice guarda poca relación con el porcentaje de cuarzo en una roca, aunque como regla general, las rocas ácidas tienen cuarzo y las básicas y ultrabásicas no. Asimismo las rocas ácidas, intermedias y básicas tienen feldespatos y las ultrabásicas no.

Clasificación de la IUGS (International Union of Geological Sciences)

El sistema de la IUGS requiere la determinación cuantitativa de los minerales componentes

y su proyección en un diagrama triangular particular, lo que permite establecer el nombre de la roca. Para la clasificación rige el siguiente procedimiento:

1. Determinar la moda (porcentaje en volumen de cada mineral presente).

2. A partir de la moda determinada, establecer en porcentaje en volumen de cada uno de los siguientes minerales:

$Q' = \% \text{ cuarzo}$

$P' = \% \text{ plagioclasa (An5 - An100)}$. La restricción composicional es para evitar confusión para el caso de la Albita casi pura, que debe ser considerada como feldespato alcalino.

$A' = \% \text{ feldespato alcalino}$

$F' = \% \text{ total de feldespatoïdes (foïdes)}$

$M' = \% \text{ total de minerales máficos y accesorios.}$

3. La mayoría de las rocas ígneas que se encuentran en la superficie de terrestre tienen al menos 10% $Q' + A' + P'$ o $F' + A' + P'$. En razón que el cuarzo no es compatible con los feldespatoïdes, ellos nunca están en equilibrio en la misma roca. Si la roca a ser clasificada tiene por lo menos el 10% de estos 3 componentes, ignorar M y normalizar a 100% con los 3 parámetros (esto se logra haciendo $100/(Q' + A' + P')$ o $100/(F' + A' + P')$). Desde aquí se hace $Q = 100Q'/(Q' + A' + P')$, y en forma similar para P, A, y F (si corresponde) y la suma debe dar 100%. Parece extraño ignorar M, pero este es el procedimiento. Como resultado, una roca con 85% de minerales máficos puede tener el mismo nombre que otra roca con 3% de minerales máficos, si la relación de P:A:Q, es la misma.

4. Determinar si la roca es fanerítica (plutónica), usar el doble-triángulo (Fig. 2-1); o afanítica (volcánica), usar el doble-triángulo (Fig. 2-5).

5. Si la roca es fanerítica y $Q + A + P + F < 10$, ver Figs. 2-2 y 2-3.

Rocas faneríticas

No se debe usar el término “foïde” en el nombre de una roca, se debe usar el nombre del feldespatoïde correspondiente. Lo mismo se aplica para “feldespato alcalino” se debe utilizar el nombre de ortosa o microclina, según corresponda.

Las rocas que se proyectan en las proximidades de P presentan algunos problemas, ya que tres rocas relativamente comunes caen próximas a ese vértice: gabros, dioritas y anortositas, que no pueden ser diferenciadas sólo en base de las relaciones QAPF. Las anortositas tienen contenidos mayores al 90% de plagioclasa en una moda normalizada, por lo que se la puede identificar sin problemas. Pero las dioritas y gabros, se proyectan en el mismo campo, por lo que deben ser distinguidas utilizando otros criterios fuera de las relaciones QAPF. Para ello se usan dos parámetros. En la muestra de mano, un gabro tiene >35% de minerales máficos (píroxenas y olivino), mientras que la diorita tiene <35% de minerales máficos (hornblenda y píroxenas). En las secciones delgadas, la plagioclasa del gabro es >An50; mientras que en la diorita es <An50.

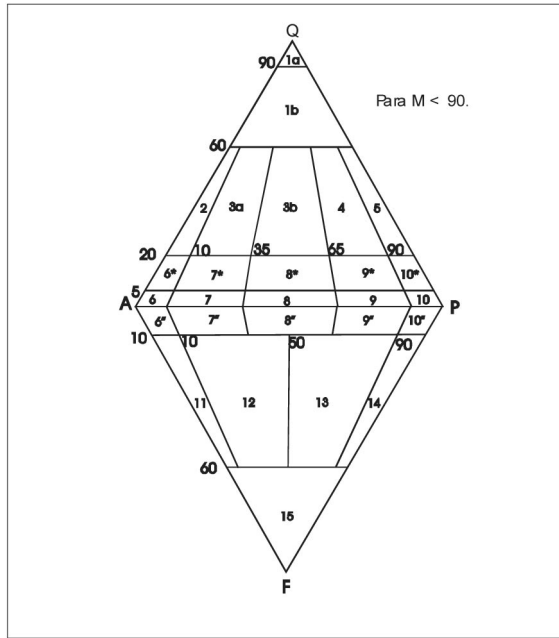


Fig. 2-1. Doble triángulo QAPF, correspondiente a las rocas plutónicas, para $M < 90$.

Nomenclatura de la figura 2-1 (QAPF plutónicas)

- 1a: Cuarzolita (silexita).
- 1b: Granitoides ricos en cuarzo.
- 2: Granitos de feldespato alcalino.
- 3a: Sienogranitos.
- 3b: Monzogranitos.
- 4: Granodioritas.
- 5: Tonalitas.
- 6: Sienitas de feldespato alcalino.
- 6*: Cuarzosienitas de feldespato alcalino.
- 6**: Sienitas de feldespato alcalino con feldespatoides.
- 7: Sienitas.
- 7*: Cuarzosienitas.
- 7**: Sienitas con feldespatoides.
- 8: Monzonitas
- 8*: Cuarzomonzonitas.
- 8**: Monzonitas con feldespatoides.
- 9: Monzodioritas / Monzogabros.
- 9*: Cuarzo-monzodioritas / Cuarzo-monzogabros.
- 9**: Monzodioritas / Monzogabros con feldespatoides.
- 10: Dioritas / Gabros (si tienen plagioclasa $> An_{50}$) ver Figs. 2-2 y 2-3.
- 10*: Cuarzodioritas / Cuarzogabros.
- 10**: Dioritas / Gabros con feldespatoides.
- 11: Sienitas feldespatoidicas.
- 12: Monzosienitas feldespatoidicas.
- 13: Monzodioritas / Monzogabros feldespatoidicos.

14: Gabros / Dioritas feldespatoideas.

Términos modificatorios

El sistema de la IUGS acepta incluir características texturales, mineralógicas o químicas en el nombre de una roca. Por ejemplo si la roca es poco coloreada, se le puede agregar el prefijo “leuco-” (leuco granito). Si es anormalmente oscura, se puede agregar el prefijo “mela-” (mela granito). Esto ayudaría a establecer las diferencias del punto 3, respecto al contenido total de minerales máficos. También se pueden usar términos texturales, tales como granito porfírico, granito gráfico, etc. Los términos texturales tales como “pegmatita”, “aplita” o “toba”, son incompletos si no se les agrega el nombre de la roca que las forma, tales como “pegmatita granítica”, “aplita granodiorítica”, “toba riolítica”. También se puede incluir información mineralógica que se considere importante, como por ejemplo “granito riebeckítico”, “granito biotítico-moscovítico”. Cuando se incluye más de un mineral estos deben ser citados en orden de volumen decreciente. También se puede agregar calificativos químicos, tales como: alcalino, calco-alcalino, peraluminoso, etc. Como se verá oportunamente, algunos caracteres químicos se manifiestan en la totalidad de una serie magmática cogenética en algunas provincias magmáticas. El término químico se aplica así a “suites” de rocas ígneas (o grupos de rocas genéticamente relacionadas).

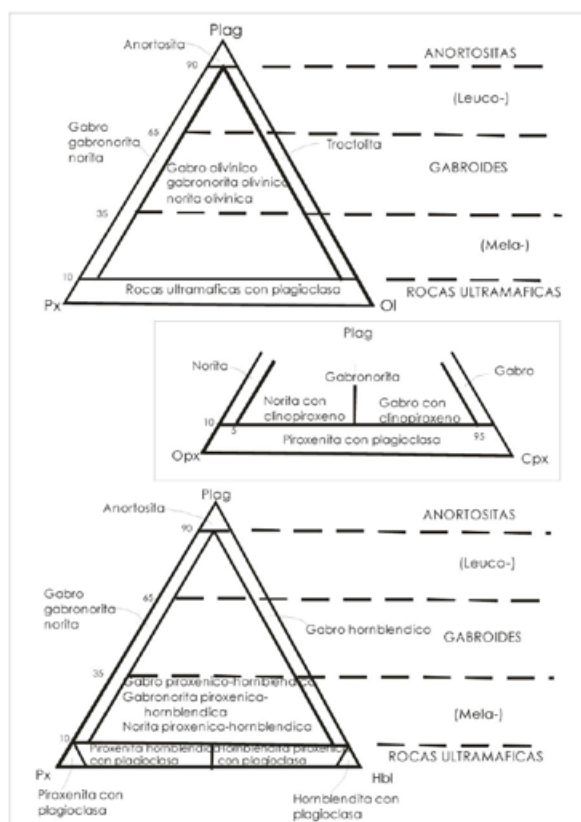


Fig. 2-2. Triángulos de composición para rocas plutónicas máficas y ultramáficas.

Rocas máficas y ultramáficas

Las rocas gábricas (plagioclasa + mafitos) y ultramáficas (>90% de mafitos) se clasifican utilizando diagramas separados (Figs. 2-2 y 2-3). Cuando se pueden distinguir las piroxenas en un gabro la terminología es más específica (por ejemplo si está constituido por ortopiroxeno, es nombre es norita), pero en la muestra de mano es difícil distinguir orto- de clino-piroxenos, por lo que usamos el término gabro. En las rocas ultramáficas se usan los términos peridotita y piroxenita, porque son independientes del tipo de piroxeno. La presencia de 5% de hornblenda genera complicaciones en las clasificaciones tanto de las rocas básicas como de las ultrabásicas. Para más detalles consultar Streckeisen (1974), Le Maitre (1989).

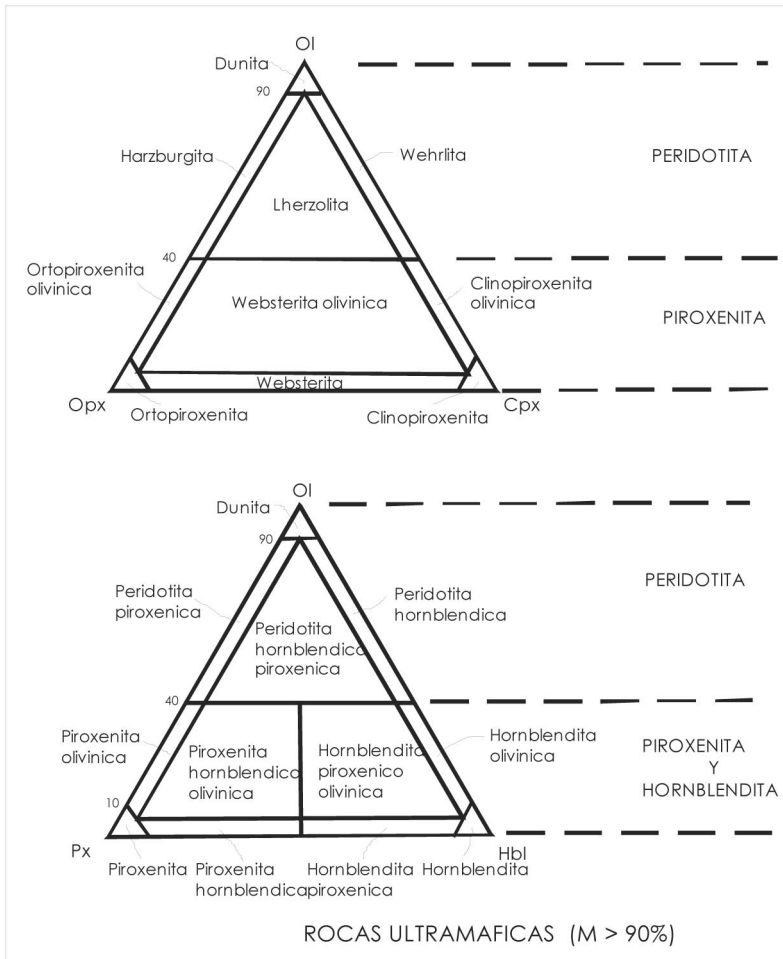


Fig. 2-3. Corresponde a los triángulos de composición de las rocas ultrabásicas plutónicas.

Rocas afaníticas

Para clasificar a las rocas volcánicas, se utilizan los mismos procedimientos que para las rocas faneríticas, utilizando el doble-triángulo QAPF (Fig.2-4), aunque la granulometría

fin de estas rocas hace dificultosa las determinaciones. La matriz de estas rocas es de granulometría extremadamente fina o aún vítrea o de material amorfo, que hacen imposible su determinación mineralógica cuantitativa, que en estos casos se basa sólo en el modo de los fenocristales. La IUGS recomienda que las rocas identificadas de esta manera se denominen “fenotipos” y deben utilizar el prefijo “feno” antes del nombre (feno-latita).

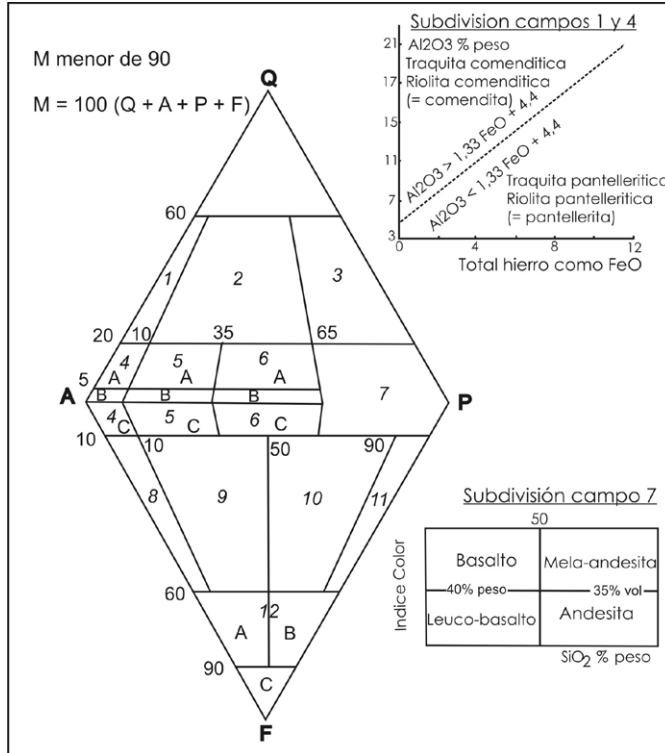


Fig. 2-4. Doble triángulo QAPF de las rocas volcánicas.

Nomenclatura de la figura 2-4 (QAPF volcánicas)

- 1: Riolitas de feldespato alcalino.
- 2: Riolitas.
- 3: Dacitas.
- 4a: Cuarzo-traquitas de feldespato alcalino.
- 4b: Traquitas de feldespato alcalino.
- 4c: Traquitas de feldespato alcalino con feldespatoides.
- 5a: Cuarzo-traquitas.
- 5b: Traquitas.
- 5c: Traquitas con feldespatoides.
- 6a: Cuarzo-latitas.
- 6b: Latitas.
- 6c: Latita con feldespatoides.
- 7: Andesitas / Basaltos.
- 8: Fonolitas.
- 9: Fonolitas tefríticas.

- 10: Tefritas fonolíticas. (Basanitas si el olivino > 10%).
- 11: Tefritas. (Basanitas si el olivino > 10%).
- 12a: Foiditas fonolíticas.
- 12b: Foiditas tefríticas.
- 12c: Foidita.

Para $M > 90$: Ultramafitas.

Nuevamente las rocas que se proyectan próximas a P, presentan problemas en la clasificación. No se pueden distinguir basaltos de andesitas. La IUGS recomienda para su distinción, el uso del contenido de sílice o el índice de color y no la composición de la plagioclasa. Una andesita es definida como una roca rica en plagioclasa, con índice de color <35% y con <52% de SiO_2 . Muchas andesitas definidas por el índice de color o el contenido de SiO_2 , tienen plagioclasas de composición An65 o mayor.

La forma más adecuada para resolver el problema de la matriz es analizar químicamente a la roca y su clasificación basada en resultados analíticos (como en el uso de la SiO_2 , para distinguir los basaltos de las andesitas). La IUGS recomienda, para las rocas volcánicas, el uso de la clasificación TAS (contenido total de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus la SiO_2). Esta clasificación ha sido propuesta por Zanettin (1984), Le Maitre (1984), Le Bas et al. (1986).

Las rocas alcalinas continentales, por su parte, presentan una amplia variabilidad química y mineralógica. Químicamente presentan altas concentraciones de algunos elementos, que están sólo presentes como trazas en las rocas ígneas comunes. La gran variedad de resultados produce una nomenclatura igualmente compleja. Aunque las rocas alcalinas constituyen menos del 1% en volumen de las rocas ígneas, la mitad de los nombres formales utilizados, se aplican a ellas.

Rocas piroclásticas

Cuando se dispone de la composición química, las rocas piroclásticas deben ser clasificadas de la misma manera que cualquier roca volcánica (clasificación TAS), pero ellas

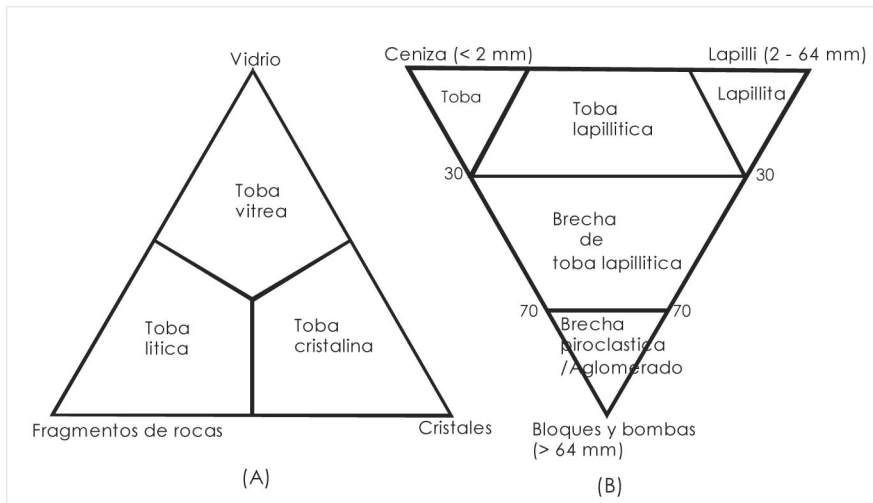


Fig. 2-5. Triángulos de composición para las rocas piroclásticas.

pueden contener impurezas significativas y sólo cuando el material extraño es mínimo puede aplicarse con confianza el nombre. Las rocas piroclásticas comúnmente se clasifican sobre del tipo de material fragmentado (colectivamente llamado piroclástico) o utilizando el tamaño de los fragmentos (que se agrega al nombre químico o modal). Si el volumen porcentual de vidrio y fragmentos de cristales y rocas es determinado, se utiliza para la clasificación los diagramas triangulares de la (Fig. 2-5). La hialoclastita es una toba hidromagmática que se forma cuando el magma se pone en contacto con el agua (Mazzoni 1986).

PIROCLASTO (individuo)	TEFRA (agregado inconsolidado)	PIROCLASTITA (agregado consolidado)	mm
BLOQUE ⁽¹⁾ BOMBA ⁽²⁾	AGLOMERADO PIROCLASTICO ESTRATO DE BLOQUES O BOMBAS	BRECHA PIROCLASTICA O AGLOMERADO PIROCLASTICO	64
LAPILLI	ESTRATO O CAPA DE LAPILLI	LAPILLITA	2
CENIZA DE GRANO GRUESO	ESTRATO O CAPA DE CENIZA GRUESA	TOBA GRUESA	0,062
CENIZA DE GRANO FINO	ESTRATO O CAPA DE CENIZA FINA (POLVO)	TOBA FINA	

Tabla 2-1. Clasificación y nomenclatura de depósitos piroclásticos. (Schmid, 1981, con modificaciones posteriores).

Clasificaciones químicas

La gradación en el contenido de sílice fue utilizada para definir los términos: **ácidos** (rocas claras) y **básicos** (rocas oscuras) en el sentido de los magmas. Con objeto de obtener mayor detalle Williams, Turner y Gilbert (1954), propusieron los términos:

Acido - SiO_2 - mayor 63%

Ej. granitos, promedio 73%; granodioritas 67%

Intermedios - SiO_2 entre 63 y 52%

Ej. andesitas, promedio 57%, traquitas 62%

Básicos o máficos - SiO_2 entre 52 y 45%

Ej. basaltos, promedio 48 a 51%

Ultrabásicos - SiO_2 , menor al 45%

Ej. peridotita, promedio 41 - 42%, nefelinitas 40%

Ahora bien el porcentaje de sílice guarda poca relación con el porcentaje de cuarzo en una roca, aunque como regla general, las rocas ácidas contienen cuarzo y las básicas y ultrabásicas no. Por otra parte las rocas ácidas, intermedias y básicas tienen feldespatos y las ultrabásicas carecen de cuarzo.

Dos rocas que contienen la misma cantidad de sílice, una puede estar desprovista de cuarzo y la otra tenerlo hasta un 30% en volumen. Y también, dos rocas que contienen la misma cantidad de cuarzo pueden diferir en su contenido de sílice hasta en un 15%. En resumen, cuando el porcentaje de sílice es utilizado como base de clasificación, reúne muchas rocas mineralógicamente distintas.

Una clasificación que corrientemente es utilizada para los granitoides es la de Baker (1976) que utiliza los valores de Ab - An - Or obtenidos del cálculo de la norma CIPW (Fig. 2-6).

En la norma CIPW (ver anexo I)

Las rocas sobresaturadas en SiO_2 contienen: cuarzo + hipersteno.

Las rocas saturadas en SiO_2 contienen: Hipersteno

Las rocas subsaturadas en SiO_2 contienen: Olivino +/- Nefelina

El segundo componente en importancia en la composición de las rocas ígneas es el Al_2O_3 . Que se expresa en proporción molecular, que es el porcentaje (%) del óxido dividido su peso molecular. (Prop. Mol. = % peso óxido/peso molecular.)

La saturación de alúmina, de acuerdo a Shand (1927), desarrolla tres clases de rocas:

Rocas peraluminosas: la proporción molecular de $\text{Al}_2\text{O}_3 > (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (valores mayores a 1), corindón aparece en la norma. Minerales característicos son: moscovita, topacio, turmalina, espesartita, almandino, sillimanita, andalucita, cordierita, biotita.

Rocas metaluminosas: la proporción molecular de $\text{Al}_2\text{O}_3 < (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (valores menores a 1), anortita es prominente en la norma. Algunos minerales oscuros como biotita, hornblenda, diópsido, titanita y melilita son típicos.

Rocas peralcalinas: en las cuales la proporción molecular de $\text{Al}_2\text{O}_3 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$. Acmita, silicato de sodio y raramente silicato de potasio, aparecen en la norma. Minerales alcalinos ferromagnesianos tales como aegirina, riebeckita, richterita, acmita, diópsido, hornblenda y fluorita son comunes.

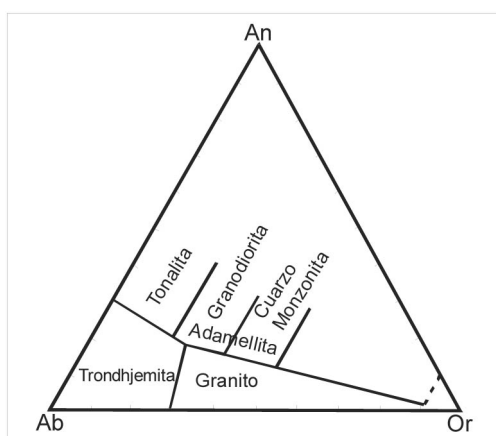


Fig. 2-6. Una clasificación que corrientemente es utilizada para los granitoides es la de Barker (1976) que utiliza los valores de Ab – An – Or obtenidos del cálculo de la norma.

Clasificación “TAS” para las rocas volcánicas

Esta clasificación es recomendada por la (IUGS) Subcomisión Internacional de Sistemática de las rocas Ígneas, se utiliza cuando se carece de análisis modales. Entre otros han propuesto esta clasificación, Zanettin (1984), Le Maitre (1984), Le Bas et al. (1986).

La construcción de la clasificación TAS se basa en los siguientes criterios:

a) Los campos identificados fueron elegidos de acuerdo, con el uso corriente de los nombres empleados.

b) Se consideraron como rocas frescas aquellas con $\text{H}_2\text{O}^+ < 2\%$ y $\text{CO}_2 < 0,5\%$.

d) Todos los análisis son re-calculados a 100, libres de H_2O y CO_2 .

e) Los límites de sílice para los campos de microbasaltos, basaltos, andesitas basálticas y dacitas, son de 45, 52 y 63% en peso respectivamente y coinciden con los usados para distinguir rocas ultrabásicas, básicas e intermedias (Carmichael et al. 1974). El valor 52% para los basaltos es el aceptado en la clasificación QAPF de Streckeisen.

f) Algunos límites se determinan, localizando su contraparte en la clasificación QAPF.

La clasificación TAS debe ser usada con las siguientes restricciones: (no están todas)

- 1) La clasificación es puramente descriptiva, no hay implicancias genéticas.
- 2) Es independiente de la asociación de campo, excepto que la roca es volcánica.
- 3) La relación FeO a Fe₂O₃ se toma del análisis. Si no se ha determinado, un estado de oxidación estándar se calcula siguiendo el método de Le Maitre (1976).
- 4) La clasificación no es aplicable para rocas que han sufrido enriquecimiento cristalino (cumulatos) o han sufrido metasomatismo.

Los resultados son generalmente consistentes con los obtenidos en el diagrama QAPF, cuando se dispone de análisis modales adecuados.

Las rocas que tienen contenidos de vidrio mensurables, clasifican como:

- vitrífero 0 - 20%
- vítrico 20 - 50%
- vítreo 50 - 80%
- (nombre específico: obsidiana, taquilita) 80 - 100%

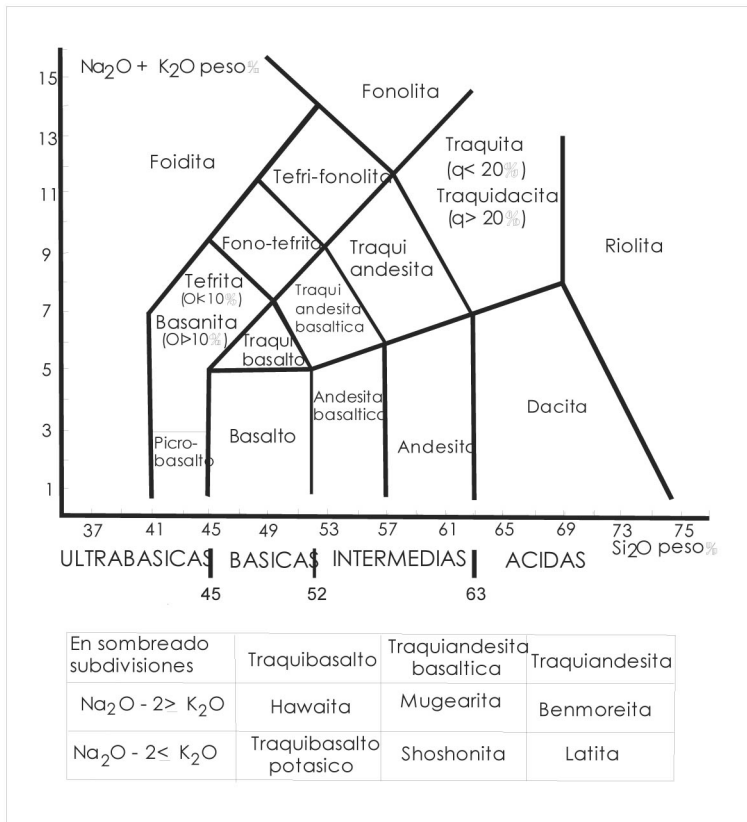


Fig. 2-7. Diagrama SiO₂ vs. Na₂O+K₂O (TAS) para las rocas volcánicas (Zanettin 1984).

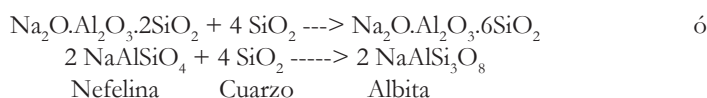
Las clasificaciones no incluyen los nombres de rocas hipabisales (intrusiones someras) o de rocas tales como diabasa (dolerita en Inglaterra) u otras rocas como carbonatitas (carbonatos ígneos), lamproitas/lamprófiro (diques y coladas máficas, ricas en volátiles y generalmente alcalinas); espilitas (basaltos sódicos), o queratófiro (volcanitas sódicas intermedias), charnoquitas, rocas melilíticas, etc.

Concepto de saturación

Shand (1927) propuso una clasificación química, balanceando paralelamente el contenido de sílice y alúmina, que le permitió desarrollar el concepto de saturación. El reconoce dos grupos de minerales ígneos, aquellos compatibles con cuarzo o tridimita (saturados) y aquellos que nunca están asociados con minerales de sílice (subsaturados).

Saturación en sílice	Minerales Saturados	Feldespatos, Piroxenos (pobres en A-Ti), Anfíboles, Micas, Fayalita, Espesartina-almandino, Titanita, Circón, Turmalina, Topacio, Magnetita, Ilmenita, Apatito.
	Minerales Sub-saturados	Leucita, Nefelina, Sodalita, Hauyina, Noseana, Forsterita, Andradita, Perovskita, Melilita, Corindón, Augita.

El concepto de desarrollo de saturación en sílice – SiO_2 – depende, tanto de la concentración relativa de sílice, como de la concentración de otros constituyentes químicos de la roca, que se combinan con ella para formar silicatos. Como ejemplo ilustrativo usaremos las concentraciones relativas de SiO_2 y Na_2O . La nefelina y el cuarzo, juntos son inestables y reaccionan para dar albita estable:



En un magma que cristaliza, los dos componentes de la izquierda se disuelven en el fundido y se combinan para dar albita y la roca resultante es composicionalmente saturada con respecto a la sílice.

La albita, tiene una relación $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O} = 6:1$, que es la relación de los magmas desde la cual la albita cristaliza y el fundido está saturado. Si en el magma, la relación es menor que 6:1 y mayor que 2:1, hay insuficiente cantidad de SiO_2 para combinarse con todo el Na_2O y el material resultante tiene albita y nefelina. Si la relación es menor a 2:1, entonces no se forma albita y todo cristaliza como nefelina, entonces se dice que la roca es subsaturada en SiO_2 . Por el contrario si la relación $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ es mayor que 6:1, hay exceso de SiO_2 y se forman cuarzo y albita, siendo la roca sobresaturada. Si en cambio, la relación es de $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O} = 6:1$, la roca es saturada.

El otro componente importante en la composición de todas las rocas ígneas es el Al_2O_3 . Que se expresa en proporción molecular, que es el porcentaje del óxido dividido por su peso molecular. (Prop. Mol. = % peso óxido/peso molecular.)

La saturación de alúmina, de acuerdo a Shand (1927), desarrolla tres clases de rocas:

ROCAS PERALUMINOSAS

La proporción molecular de $[\text{Al}_2\text{O}_3 > (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})]$ (valores mayores a 1) (también se expresa como ASI o ACNK). El corindón aparece en la norma y los minerales característicos son: moscovita, topacio, turmalina, espesartita, almandino, sillimanita, andalucita, cordierita, biotita.

ROCAS METALUMINOSAS

La proporción molecular de $[Al_2O_3 < (CaO + Na_2O + K_2O) > (Na_2O + K_2O)]$ (valores menores a 1). La anortita es prominente en la norma y contienen algunos minerales oscuros típicos como: biotita, hornblenda, diópsido, titanita y melilita.

ROCAS PERALCALINAS

En las cuales la proporción molecular de $[Al_2O_3 < (Na_2O + K_2O)]$. En la norma se forman: Acmita, silicato de sodio y raramente silicato de potasio. Contienen minerales alcalinos ferromagnesianos tales como: aegirina, riebeckita, richterita, acmita y fluorita.

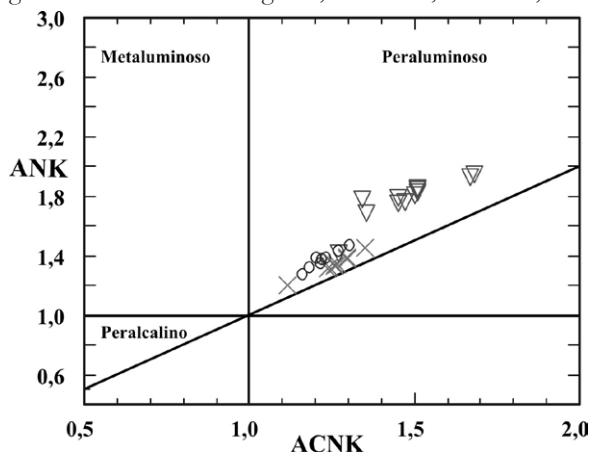


Fig. 2-8. Diagrama de saturación de alúmina de Shand, según las relaciones de las proporciones moleculares de alúmina a óxidos de sodio y potasio, versus alúmina a óxidos de calcio, sodio y potasio, que definen los campos peralcalino, metaluminoso y peraluminoso.

Lecturas seleccionadas

- Barker, F. ed. 1976. Trondhjemites, dacites, and related rocks. New York. Elsevier.
- Carmichael, I.S.E., Turner, F.J., y Verhoogen, J. 1974. Igneous petrology. 739 pp. New York, McGraw-Hill.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., y Marchal, M. 1980. A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks Using R1-R2 Diagram and Major-Element Analyses. Its Relationships with Current Nomenclature. *Chemical Geology*, 29: 183-210.
- Le Bas, M., Le Maitre, R., Streckeisen, A. y Zanettin, B., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology* 27(3): 745-750.
- Le Maitre, R., 1984. A proposal by the IUGS Subcomisión on the Systematics of Igneous Rocks for a chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica (TAS) diagram. *Australian Journal of Earth Science*. Melbourne, 31: 243-255.
- Le Maitre, R.W. 1976. The chemical variability of some common igneous rocks. *Journal Petrology* 17: 589-637.
- Mazzoni, M. 1986. Procesos y depósitos piroclásticos. Asociación Geológica Argentina. Serie "B", Didáctica y Complementaria, N° 14. Buenos Aires.
- O'Connor, J. T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. US.Geol. Survey. Prof. Paper, 525-B: 79-84.
- Schmid, R. 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: recommendations of the IUGS Subcomisión on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*. The Geological Society of America. Boulder, Co. 9: 41-43.
- Streckeisen, A. 1967. Classification and Nomenclatura of Igneous Rocks (Final Report of an Inquiry). *Neues Jahrbuch für Mineralogie*. Stuttgart. Abhandlungen, 107: 144-214.
- Teruggi, M. 1980. La Clasificación de las Rocas Igneas. Colección Ciencias de la Tierra. Estudios N° 1, 34 pp. Buenos Aires.
- Winter, J.D. 2001. An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. 697 páginas. Prentice Hall.
- Zanettin, B. 1984. Proposed new chemical classification of volcanic rocks. *Episodes* 7: 19-20.

