

NOTAS SOBRE LA DISTRIBUCION DE SiO₂ EN LAS ROCAS IGNEAS¹

Por Franco Urbani P.

Escuela de Geología y Minas
Universidad Central de Venezuela
Apartado 50926, Caracas 105

(Recibido en abril de 1976, en forma revisada en octubre 1976)

RESUMEN

Basándose en medidas planimétricas cuantitativas y semicuantitativas de áreas ocupadas por varios tipos de litologías, DALY (1914) concluyó que la mayoría de las rocas volcánicas son basaltos o andesitas, y que las plutónicas más abundantes son granitos y granodioritas.

La comparación de las distribuciones de SiO₂ de los análisis químicos de rocas volcánicas Cenozoicas (CHAYES, 1975) y de rocas plutónicas (dado en este trabajo), permite confirmar el resultado de DALY por un método independiente, probando así la relación entre composición química y distribución de afloramientos.

ABSTRACT

DALY (1914) based on quantitative and semi-quantitative planimetric measurements concluded that most volcanic rocks are of basaltic or andesitic composition, and that most plutonic rocks are granitic or granodioritic.

The comparison of the distribution of SiO₂ in chemical analyses of Cenozoic volcanic rocks (CHAYES, 1975) and its distribution in plutonic rocks (given in this paper), confirms DALY's result by an independent method, proving the relationship between chemical composition and mode of occurrence.

INTRODUCCION

Hace más de medio siglo, DALY (1914) concluyó que la mayor parte de las rocas volcánicas son de composición basáltica y andesítica, y que la mayoría de las plutónicas son graníticas y granodioríticas. DALY obtuvo este resultado en base a medidas planimétricas cuantitativas y semicuantitativas de áreas ocupadas por varios tipos litológicos, a partir de mapas geológicos (CHAYES, 1975: 542-543).

Posteriormente, RICHARDSON & SNEESBY (1922) publican un gráfico ya muy conocido (Fig. 1), de la distribución de SiO₂ en los 5.000 análisis de rocas ígneas de WASHINGTON (1917). Dicha distribución muestra un mínimo amplio y centralmente localizado, con una considerable dispersión de puntos en esta región, en que ni la forma de la curva ni la posición del mínimo pueden ser fijadas con precisión. De todos modos, está claro en este diagrama (Fig. 1), que la tabla de WASHINGTON contiene menos análisis de contenido intermedio de SiO₂, que el contenido en rocas graníticas o basálticas. RICHARDSON & SNEESBY concluyen "it will be evident that we have arrived at the same result as DALY". Dicha aseveración fue prematura y aunque el resultado es compatible con el de DALY, la relación entre el modo de aflorar y la composición química propuesta por DALY es sólo una de las muchas maneras en que se puede generar la

bimodalidad de dicho diagrama. Puede ser posible, por ejemplo, que el pico de menor contenido de SiO₂ (Fig. 1) incluya el valor medio para los basaltos y de todos modos contener tanto análisis de gabro como de basalto. Similarmente el pico de alto valor de SiO₂, puede incluir el valor medio de los granitos y de todos modos contener tantos análisis de riolitas como de granito. De esto resulta la necesidad de poseer los gráficos de distribución de SiO₂ en rocas volcánicas y plutónicas por separado, para su comparación con el diagrama total de RICHARDSON & SNEESBY (1922), y luego comprobar si ellos realmente confirmaron o no el resultado de DALY por un método independiente. Varias generaciones de petrólogos deben haberse dado cuenta de esto, pero aparte del interés obvio en esta materia, nadie se ha interesado en comprobar esta importante conclusión (CHAYES, 1975: 543).

DISTRIBUCION DE SiO₂ EN ROCAS VOLCANICAS

CHAYES (1975: 544) presenta la distribución de SiO₂ en 10.870 análisis de rocas volcánicas del Cenozoico (Fig. 2), lo cual preliminarmente sugiere que RICHARDSON & SNEESBY en realidad estaban en lo correcto. Esta distribución presenta una pronunciada oblicuidad positiva con un máximo que incluye los promedios de los basaltos tanto alcalinos como

subalcalinos. Eliminando del grupo aquellas muestras excesivamente oxidadas o hidratadas, que podrían ser indicativas de posibles cambios postemplazamiento, la oblicuidad persiste y la posición del máximo permanece sin cambiar.

Con una muestra tan grande como 10.870 análisis publicados de rocas volcánicas Cenozoicas, es difícil pensar que sea incorrecta dicha distribución con su fuerte oblicuidad positiva (Fig. 2). Como los gabros y las riolitas no son rocas raras, la relación de DALY implica que la distribución de SiO₂ es oblicua positiva para las rocas volcánicas y oblicua negativa para las plutónicas.

Con el trabajo de CHAYES (1975) queda ya plenamente establecida la oblicuidad positiva de los análisis publicados de rocas volcánicas Cenozoicas. Aún queda por comprobar, si esta misma relación se puede obtener para rocas pre-Cenozoicas.

DISTRIBUCION DE SiO₂ EN ROCAS PLUTONICAS

CHAYES (1975: 545) termina sus comentarios sobre el problema planteado en los siguientes términos:

"If the gross relation between chemical composition and mode of occurrence announced so long ago by DALY is still not, as SNEESBY and RICHARDSON aver "a fact of the first order of importance of which any general theory of petrogenesis must take cognizance", it is assuredly one of the mayor descriptive hypotheses awaiting definitive test by contemporary petrographers".

Con el fin de dilucidar este problema, se utilizó un archivo de análisis químicos de rocas plutónicas, elaborado por el autor, y que consta de 3.208 análisis tomados de la literatura (Tabla 1). Posteriormente, utilizando el programa para computadora BMD05D (DIXON, 1973: 97), se obtuvo la distribución de frecuencia de SiO₂ (Fig. 3), que en forma generalizada presenta una oblicuidad negativa, con una bimodalidad caracterizada por un máximo pequeño a 51% y el máximo mayor a 72% de SiO₂, estos máximos corresponden a los gabros y granitos respectivamente. Por lo tanto, en la muestra de 3.208 análisis químicos de rocas plutónicas, sin distinción de edad ni ubicación, se observa que su distribución es oblicua negativa, tal y como fue predicha por CHAYES (1975: 545) y como lo implicaba la conclusión de DALY (1914).

En la comparación de las figs. 1, 2 y 3 es importante notar la diferencia de las muestras empleadas por los tres autores:

Nº de análisis	Tipos de rocas	Edad	Referencia
5.000	plutónicas y volcánicas de WASHINGTON (1917)	sin diferenciar	RICHARDSON & SNEESBY (1922)
10.870	volcánicas	Cenozoico	CHAYES (1975)
3.208	plutónicas	sin diferenciar	este trabajo

De los 3.208 análisis del autor, 1.979 son de WASHINGTON (1917), que son todos los análisis de rocas plutónicas utilizados por RICHARDSON & SNEESBY (1922), además hay 1.529 análisis posteriores (Tabla 1).

Debido a la gran cantidad de análisis publicados de rocas plutónicas, la muestra de 3.208 análisis es pequeña,

quizás cercana sólo a un 10 por ciento del total publicado, y además como la muestra no se obtuvo en una forma aleatoria, los resultados a que se llega son muy sugestivos, aunque no definitivos.

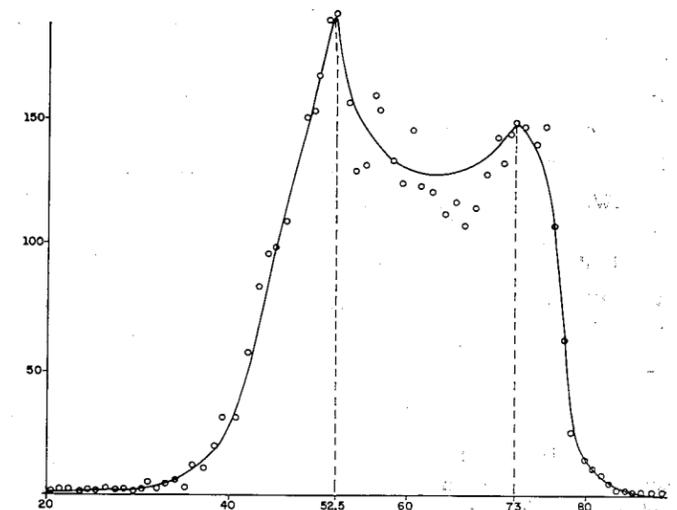


Fig. 1. Distribución de SiO₂ en los 5.000 análisis de rocas ígneas de WASHINGTON (1917). Tomado de RICHARDSON & SNEESBY (1922:306). Los círculos indican el número de muestras por cada intervalo de 1%

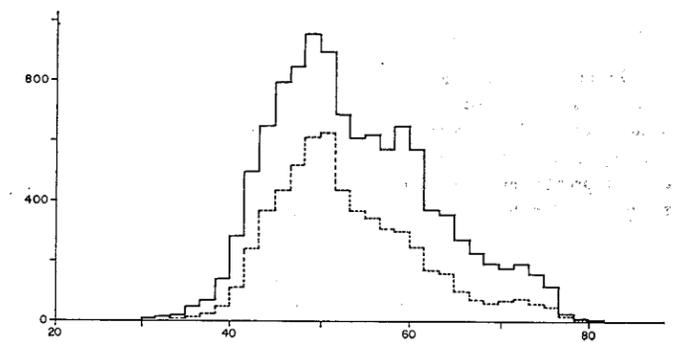


Fig. 2. Distribución de SiO₂ en 10.870 análisis publicados de rocas volcánicas del Cenozoico. El histograma con línea segmentada se refiere a 5.697 análisis con un contenido de H₂O menor que 2% y una relación Fe³⁺/Fe²⁺ menor que 1. CHAYES (1975: 544)

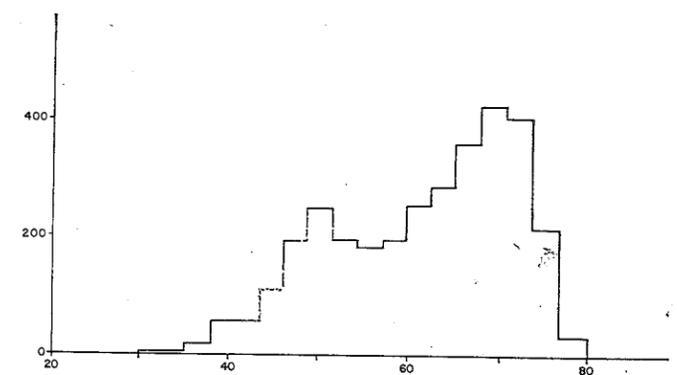


Fig. 3. Distribución de SiO₂ en 3.208 análisis de rocas plutónicas. Archivo del autor

1. Resumen publicado en *Acta Científica Venezolana*, Vol. 27, Supl. 1, p. 110, 1976, correspondiente a la XXVI Convención Anual de la AsoVAC. También se presentó en el Congreso Anual de la Sociedad Mineralógica de Alemania, Bochum, 6-8 Sept. 1977.

TABLA 1

CONTENIDO DEL ARCHIVO DE ANALISIS QUIMICOS DE ROCAS PLUTONICAS

Referencia	Nº de análisis
JOPLIN (1963)	560
JUAN <i>et al.</i> (1955)	239
LOKKA (1934)	159
MAXWELL <i>et al.</i> (1965)	155
URBANI & BLACKBURN (1974) y análisis sin publicar de dichos autores	416
WASHINGTON (1917)	1.679
Total	3.208

RESULTADOS

Considerando las limitaciones debidas a las diferencias de las muestras, es muy probable que sea cierta la relación entre composición química y el modo de aflorar de las rocas ígneas, enunciada por DALY (1914), y posteriormente reafirmada con bases erróneas por RICHARDSON & SNEEBY (1922). También se confirma la predicción de CHAYES (1975) de que la distribución de SiO₂ en las rocas plutónicas es oblicua negativa.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a I. Nouel por haber codificado y perforado los análisis químicos del archivo del autor. Además, se agradece a los doctores Félix Chayes (Geophysical Laboratory, U.S.A.) y Carlos López E. (Univ. Central de Venezuela), por la lectura crítica del manuscrito, aunque cualquier error u omisión es entera responsabilidad del autor.

BIBLIOGRAFIA

- CHAYES, F. (1975) "Distribution of major oxides in Cenozoic Volcanics: SiO₂". *Ann. Rep. Director, 1974-1975, Geophysical Laboratory, Carnegie Institution, Pap. Geophy. Lab.* 1675: 542-545.
- DALY, R.A. (1914) *Igneous rocks and their origins*. Mc Graw-Hill Book Co., N.Y.
- DIXON, W.J. (Ed.) (1973) *BMD Biomedical Computer Programs*. Health Sci. Computing Facility, Univ. of California, 773 p.
- JOPLIN, G.A. (1963) "Chemical analyses of Australian rocks. Part 1: Igneous and Metamorphic". *Bureau Nat. Res., Geol. & Geophy.* (Australia), *Bull.* 65.
- JUAN, V. C.; H. T. TAI & T. C. HSU (1955) "Chemical analyses of igneous rock". *Acta Geológica Taiwanica*, 7:43-65.
- LOKKA, L. (1934) "Neuere Chemische Analysen von Finnischen Gesteinen". *Comm. Geol. Finlande, Bull.* 105:1-64.
- MAXWELL, J.A. (Ed.) (1965) "Chemical analyses of Canadian Rocks, Minerals and ores". *Geol. Survey Canada, Bull.* 115, 476 p.
- RICHARDSON, W. A. & G. SNEESBY (1922) "The frequency-distribution of igneous rocks, I. Frequency-distribution of the major oxides in analyses of igneous Rocks". *Mineral. Mag.* 19:303-313.
- URBANI, F. & W. H. BLACKBURN (1974) "Investigation in the basement Rocks of Gunnison County, Colorado: The Igneous Rocks". *N. Jb Miner. Abb.*, 121(3):272-292.
- WASHINGTON, H. S. (1917) "Chemical analyses of igneous rocks". *U.S. Geol. Survey Prof. Pap.* 99, 1201 p.

PUBLICACIONES DE LA ESCUELA DE GEOLOGIA Y MINAS, UCV

I) Boletín GEOS

- Nº 1, enero 1959, 63 págs. Agotado.
Oceanografía y geología. Familia Orbitolinidae. Palinología. Laterita y Lateritización. Noticias. Resúmenes bibliográficos.
- Nº 2, septiembre 1959, 55 págs. Agotado.
Correlación de formaciones Oligo-Miocenas, Edo Zulia. Los Celacantos. Centenario de la industria petrolera. Noticias. Resúmenes bibliográficos.
- Nº 3, diciembre 1959, 79 págs. Agotado.
Estudio experimental sobre temple y revenido de un acero de 1% de carbono. Noticias.
- Nº 4, marzo 1960, 84 págs. Agotado.
Estudio de minerales pesados y su aplicación a la estratigrafía de Venezuela. Micropaleontología, historia y evolución. Glaciario Pleistoceno en Venezuela. Vegetales de la Formación Barranquín. Figuras de corrosión en láminas de aluminio. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 5, enero 1961, 34 págs. Agotado.
Notas geológicas relacionadas a la construcción de un puerto en Catia La Mar. El término grauvaque. La plataforma continental y el derecho minero venezolano. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 6, mayo 1961, 49 págs. Agotado.
Geología y desarrollo del campo costanero Bolívar. Dislocaciones y figuras de corrosión en hierro-silicio. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 7, febrero 1962, 101 págs. Agotado.
Paleontología, paleoecología y ecología marina. Bibliografía selecta. Noticias.
- Nº 8, octubre 1962, 61 págs. Agotado.
Homenaje al Dr. José Royo y Gómez. Arcillas de Guayana. Ensayos termofidenciales de minerales venezolanos. Foraminíferos de las lutitas de Punta Tolete, Territorio Delta Amacuro. La educación geológica en Venezuela. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 9, mayo 1963, 55 págs. Agotado.
Revisión de secciones tipo venezolanas. Sección Cerro Pelado y Socorro. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 10, marzo 1964, 83 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.35
Número dedicado al XXV aniversario de la Escuela: lista de egresados, historia de la Escuela, la cuestión formativa en las ciencias geológicas, etc.
- Nº 11, septiembre 1964, 125 págs. Agotado.
Ostracodos del Mioceno-Reciente. Radiogeología. Productos de desintegración de las rocas de la cordillera de la costa. Ecología, paleoecología y distribución estratigráfica de los arrecifes orgánicos. Noticias.

- Nº 12, mayo 1965, 91 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Rocas metamórficas de la región de Caratal, Edo. Sucre. Familia de foraminíferos Globorotallidae.
- Nº 13, diciembre 1965, 61 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Proceso CO₂ al moldeo de la cera. Horno de rayos infrarrojos para secado de moldes de fundición. Rocas sedimentarias de Araya. Carta faunal de microfósiles de Araya. Método de autorradiografía para determinación de edades. Moldes de gusanos de la Formación Pagüey.
- Nº 14, junio 1966, 71 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
El agua, sus yacimientos y el trabajo que realiza. Noticias, resúmenes bibliográficos.
- Nº 15, diciembre 1966, 120 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Turbiditas en sedimentos profundos de la cuenca oceánica de Colombia e influencia del río Magdalena. Notas bibliográficas.
- Nº 16, junio de 1967, 87 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Huellas problemáticas y su valor paleoecológico. Bibliografía de geología marina.
- Nº 17, mayo 1968, 110 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Paleoecología de la Formación El Veral, Fa'cón. Formaciones Cenozoicas de Paria. Notas bibliográficas.
- Nº 18, septiembre 1968, 76 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Composición química y origen probable de rocas del área de Guri. Ensayo de prospección geoquímica para oro en El Callao. Determinación espectroquímica de agua en minerales y rocas. Evaluación de muestras de minas de oro por computadoras. Notas bibliográficas.
- Nº 19, mayo 1971, 46 págs. Bs. 5,00 US \$ 1.25
Levantamiento geológico de una zona de Los Apeninos Septentrionales, Biotita en esquistos cuarzo-micáceos. Notas sobre *Cuneolina lewisi* y su posición estratigráfica.
- Nº 20, mayo 1973, 73 págs. Agotado.
Geología sedimentaria del flysch Eoceno de la isla de Margarita. Dos nuevas especies del género *Voluta*.
- Nº 21, abril 1976, Bs. 10,00 US \$ 2.50
Contornita y su importancia en facies marinas profundas. Onfacita de las rocas eclogíticas de Margarita. Petrología y geoquímica de las rocas ígneas del área de Almont, Colorado. Composición química de aguas como instrumento de interpretación geológica. Notas geológicas.
- II) Libros
- MEMORIAS VI CONFERENCIA GEOLOGICA DEL CARIBE, Isla de Margarita, 1971.
500 págs., 1972. Bs. 40,00 US \$ 10.00
- GEOLOGIA BASICA PARA INGENIEROS
175 págs, 1964. Agotado.