



MX0000324

## **Caracterización de Muestras de Rocas Localizadas en Algunos Sitios de la Costa del Pacífico Mexicano**

**Peña P.<sup>1</sup>, De La Torre J.<sup>1</sup>, Falcón T.<sup>1</sup>, Azorín J.<sup>2</sup>, Segovia N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares  
Ap. Post. 18-1027, 11801 México, D.F., México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa  
09340, México, D.F., México.

### **Resumen**

*Estudios geofísicos en zonas de alta sismicidad han mostrado diferencias en el contenido de material radiactivo que se utiliza en el estudio del comportamiento geoquímico del subsuelo. En un mapeo emanométrico de radón en suelo realizado en la costa del Pacífico Mexicano se han encontrado niveles distintos en zonas con diferente litología. Con la finalidad de conocer los tipos de mineralización en dos zonas de estudio localizadas en la costa de Guerrero y pertenecientes a terrenos denominados Guerrero y Xolapa se determinaron las características mineralógicas en dos tipos de rocas.*

*La identificación de las rocas se realizó por difracción de rayos X y se determinó la composición química elemental utilizando un microscopio electrónico de barrido.*

*Los resultados obtenidos indican que en los dos tipos de rocas se encontraron minerales tales como: cuarzo, albíta, microclina anortita, ferroactinolita y biotita. Sin embargo se encontraron diferencias entre ellos por la presencia de sus compuestos mineralógicos, pues en la roca perteneciente al Terreno Xolapa se identificaron feldspatos calcáreos, micas del tipo biotita y oligoclasas, mientras que en la roca localizada en el Terreno Guerrero se presentaron feldspatos sódicos y potásicos.*

*El análisis por la técnica de composición química elemental (Espectrometría de Energía Dispersa), corroboró los resultados obtenidos por la técnica de difracción de rayos X.*

## Introducción

Las rocas que constituyen la corteza terrestre contienen concentraciones de uranio a nivel de trazas (de 2 a 4 ppm), algunas rocas ígneas contienen mayor concentración de uranio que las rocas metamórficas y sedimentarias. La importancia de identificar el tipo de roca estriba en que el uranio y su cadena de decaimiento emiten radiación  $\alpha$ ,  $\beta$   $\psi$   $\gamma$ .

Se han realizado estudios relacionados con la emisión del gas radón emisor de partículas alfa, así como la dosimetría gamma en el suelo en la costa de Guerrero (San Luis la Loma y Acapulco) en donde se presentaron rocas del tipo ígneo y metamórfico principalmente. Los sitios muestreados con valores altos de la emanación de radón se localizan en rocas graníticas (granitos y granodioritas) y metamórficas<sup>(1)</sup>.

Para identificar las rocas existen técnicas convencionales como son la macroscópica y la de secciones delgadas mediante un microscopio polarizante, sin embargo también existen técnicas de caracterización física de materiales entre los que se encuentran la Difracción de Rayos X y la determinación de la Composición Química Elemental por Espectroscopía de energía dispersa (EDS), utilizando un microscopio electrónico de barrido<sup>(2)</sup>. Este tipo de análisis se utilizó en el presente trabajo con la finalidad de identificar las fases cristalinas de algunos materiales pétreos así como la de determinar los elementos básicos que constituyen las muestras de roca, además de correlacionar los resultados con las técnicas utilizadas. Las muestras pétreas se extrajeron de los sitios localizados en el Terreno Guerrero (San Luis la Loma) y en el Terreno Xolapa (Acapulco), en los cuales se observaron diferencias en los valores de la concentración de la emanación de radón (emisor de partículas  $\alpha$ ) y en la dosis gamma en el suelo.

## Localización de sitios

La zona estudiada se localiza en el estado de Guerrero, México ( $16^{\circ} 45' - 17^{\circ} 30' W$ ,  $99^{\circ} 45' - 101^{\circ} 00' N$ ) a lo largo de la trinchera de Mesoamérica (Figura 1). La continua sismicidad registrada en esa zona se debe a la subducción de la Placa de cocos y Rivera bajo la Placa de Norteamérica. Esta zona es una de las más activas sísmicamente del mundo<sup>(1, 3, 4, 5)</sup>.

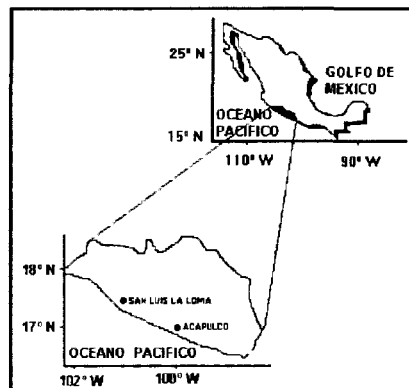


Figura 1. Mapa de localización de sitios muestreados.

La margen del Pacífico Norteamericano desde Alaska hasta el SW de México está considerada como un mosaico de terrenos tectonoestratigráficos<sup>(6)</sup>. El marco tectónico Mesozoico del SW de México indica una evolución geológica caracterizada por deformaciones orogénicas, relacionando recurrencias convergentes entre las placas oceánicas del Pacífico y la placa continental de Norteamérica. Una de las características más marcadas es el cinturón plutónico cálcico-alcálico expuesto desde Puerto Vallarta hasta Tehuantepec que comprende rocas volcánico-sedimentarias (rocas marinas, volcánicas continentales, volcanoclásticas y sedimentarias), cuya edad varía del Jurásico Superior al Cretácico Medio<sup>(7)</sup>. La tectónica del Terciario se caracterizó por la evolución en la margen continental del Pacífico. La presencia de una faja plutónica en la trinchera de Acapulco es la indicación principal de los episodios de tectonismo a lo largo de dicha margen<sup>(8)</sup>.

La zona de estudio se encuentra localizada dentro de 2 terrenos: el de Acapulco hacia el NNE se denomina terreno Guerrero y de Acapulco hacia el SSW terreno Xolapa, éste es último afectado por la presencia de la actividad de la trinchera relacionada con la subducción de la placa de Cocos<sup>(7)</sup>.

Terreno Guerrero.- Este tipo de terreno tiene amplia distribución en el área de estudio, se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas, intrusivas, así como por clásticos continentales y sedimentos aluviales.

*Rocas ígneas intrusivas.*- Las unidades litológicas varían del granito a la granodiorita con edades que fluctúan de 34 a 44 Ma (Eoceno - Oligoceno)<sup>(9)</sup>.

*Rocas Sedimentarias.*- Son sedimentos del Reciente formados por conglomerados constituidos principalmente por rocas ígneas, los cuales forman abanicos aluviales y aluviones que constituyen depósitos deltaicos areno-arcillosos.

Terreno Xolapa.- El terreno Xolapa consiste principalmente de una secuencia de rocas metamórficas que afloran ya sea directamente en la superficie o por debajo de las rocas Mesozoicas o Terciarias y que son intrusadas por numerosos plutones de composición granítica<sup>(10, 11)</sup>.

*Rocas Metamórficas.*- En la base de estas se tienen areniscas con intercalaciones esporádicas de lutitas, que sobreyacen tobas con material detrítico. Las edades varían del Paleozoico Superior al Triásico

*Cuerpos Plutónicos.*- Estos cuerpos ocupan más del 50% del terreno Xolapa<sup>(10, 12)</sup>, Las unidades estratigráficas características son: Granitos y Granodioritas<sup>(13)</sup> que cubren en discordancia al macizo granítico de Guerrero. Las edades varían de 43 a 15 Ma (Paleozoico al Terciario).

*Sedimentos del Reciente.*- Son conglomerados con matriz areno-arcillosa y depósitos aluviales y litorales (arenas y gravas con intercalaciones de mantos arcillosos)<sup>(14)</sup>.

La litología de las localidades en donde se realizó el muestreo son:

San Luis la Loma, Gro. se caracteriza por rocas Cretácicas del tipo granítico, a las que le sobreyacen sedimentos del Reciente. En Acapulco domina el tipo granítico y se presentan las fracciones granodioríticas y sienitas en forma subordinada, la textura del granito varía de porfídica a equigranular.

### Parte experimental

Para el análisis de las muestras de roca, se utilizó un microscopio electrónico de barrido, marca PHILIPS modelo XL 30 acoplado a una sonda para microanálisis, marca EDAX modelo DX4. Se colocaron las muestras limpias y secas sobre un portamuestras de aluminio pegadas con cinta adhesiva de carbón<sup>(15)</sup>. Se observaron en el microscopio antes descrito, obteniéndose la morfología y composición química elemental por EDS. Asimismo se utilizó un difractómetro SIEMENS modelo D5000, equipado con un monocromador. Se utilizó la longitud de onda  $K\alpha$  de rejillas de difracción de 2 2 y 0.2 mm. Así mismo para la graficación se utilizó el programa DIFFRAC AT versión 3.3. Los fragmentos de las muestras fueron molidas en un mortero de ágata para pulverizarlas finamente, posteriormente se colocaron en un portamuestras de vidrio esmerilado de 5 cm de diámetro.

### Resultados y discusión

En las figuras 2 y 3 se observan los compuestos químicos de las diferentes fases cristalinas pertenecientes a las rocas del tipo granito y granodiorita respectivamente, analizadas mediante el difractómetro de rayos X.

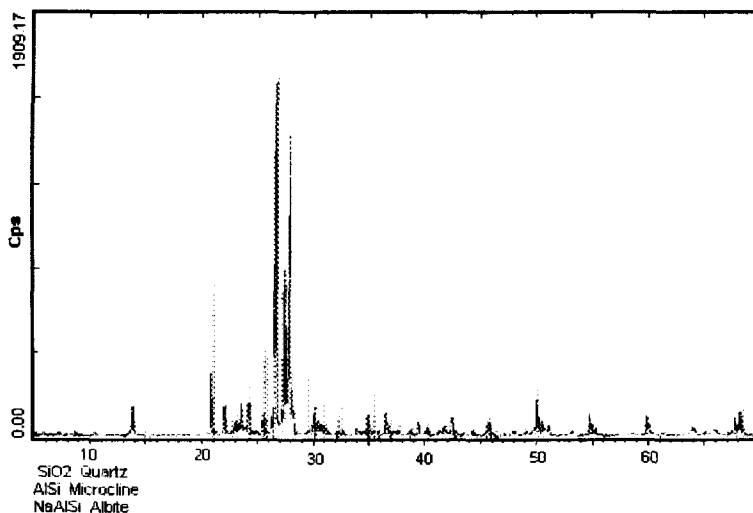


Figura 2. Compuestos químicos de roca del tipo granito  
 cuarzo silicato ( $SiO_2$ )  
 albita aluminosilicato sódico ( $Na Al Si O_8$ )  
 microclina aluminosilicato potásico ( $K Al_2 Si_2 O_8$ ).

En la figura 4 se presenta el análisis de las muestras mediante el microscopio electrónico de barrido en el cual observa el % en peso de los principales elementos que constituyen dichas muestras. Se observa que las rocas graníticas presentan valores de K (6.35 %), N (1.39 %) y Ca (0.88 %). En cuanto la granodiorita se presenta valores de K (1.48 %), N (3.62 %) y Ca (0.13 %).

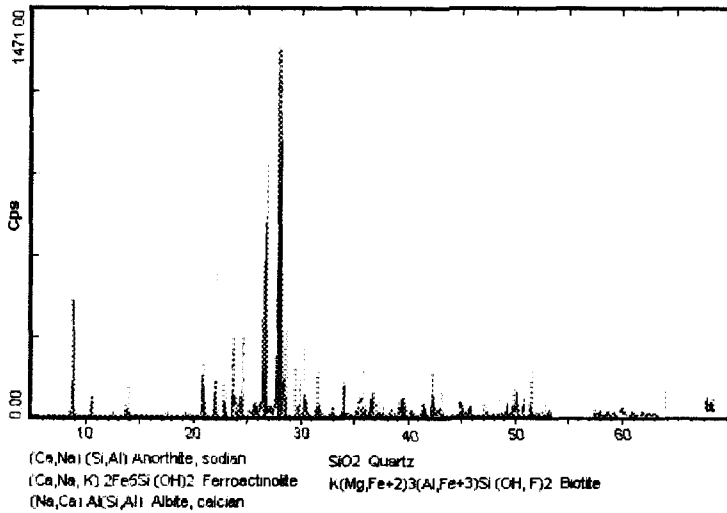


Figura 3. Compuestos químicos de roca del tipo granodirita.

cuarzo	silicato (SiO <sub>2</sub> )
anortita	aluminosilicato cálcico - sódico (Na, Ca Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
albita	aluminosilicato sódico- cálcico (Ca,Na Al Si O <sub>8</sub> )
biotita	mica ferro-magnésica (K (Mg,Fe) <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> )
ferroactinolita	anfíbol ferroso

La literatura específica muestra la composición típica de algunas rocas volcánicas<sup>(16)</sup> (Tabla 1).

Tabla 1 Composición de los compuestos químicos en % en peso		
Mineral	Granito	Granodiorita
cuarzo	25	25
ortoclasa (microclina)	40	15
oligoclasa (plagioclasa)	26	-
andesina (plagioclasa)	-	46
biotita	5	3
anfíbolita (hornblenda)	1	13
magnetita (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	2	1
Ilinita (hierro titanico)	1	-
apatita	trz	trz
titanio	trz	1

Los resultados que se muestran en las figuras 2 y 3 concuerdan con los datos de la Tabla 1.

Los resultados que se desglosan en la figura 4 cumplen con la relación:<sup>(17)</sup>.

Granito  $K > \text{albita} + \text{anortita}$

Granodiorita  $K < \text{albita} + \text{anortita}$

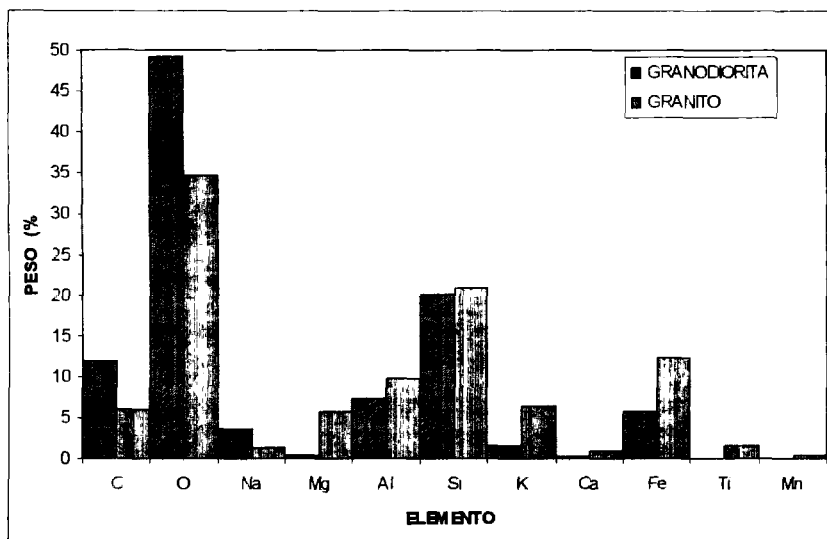


Figura 4. Análisis de muestras de roca mediante el microscopio electrónico de barrido, el cual presenta el % en peso de los elementos principales que constituyen dichas muestras.

Lo cual indica que existe una correlación con las dos técnicas empleadas, pues mientras una de ellas indica los compuestos químicos, la otra indica la composición elemental que constituyen a dichos compuestos, además son correlacionables con datos de promedios mundiales.

Las diferencias en composición de los dos tipos de roca estudiados muestran que puede esperarse una diferencia tanto en el poder de emanación de radón como en los niveles de radiación en las dos regiones estudiadas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al M. en C. Manuel Espinosa el apoyo técnico brindado.

### Referencias

1. Segovia N., Mena M., Peña P., Tamez E., Seidel J.L., Monnin M., Valdez C., (1999). Soil radon time series: surveys in seismic and volcanic areas. *Radiat. Meas.* (en prensa).
2. Yacaman M.J. y J.Reyes, (1996). *Microscopía electrónica- Una visión del macrocosmos*. CONACYT-FCE.

3. Singh S.K. and Mortera F., (1991). Source time functions of large Mexican subduction earthquakes, morphology of the Benioff zone, age of the plate, and their tectonic implications. *J. Geophys. Res.* Vol., 96, 21487-21502
4. Maldonado S.C., Monrín M Segovia N., Seidel J.L., (1996). A radon measuring network to study radon anomalies as precursors of strong earthquakes in the Guerrero seismic gap. *IIWCEE, CD Rom, ISBN: 0.08428223, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 1772, 6p.*
5. Segovia N., M Mena, Tamez E., (1993). Radon monitoring related to a subduction zone in Mexico. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, Vol. 22-1-4, 435-440.
6. Salinas-Prieto J.C., Monod O., Faure M., (1993). Deformación dúctil progresivo en el límite oriental del terreno Guerrero, suroeste de México. in *Proceedings of the First Circun - Pacific and Circun-Atlantlc Terrane conference. IG/UNAM, 130-132.*
7. Schaaf P., Moran-Zenteno D.J., Hernandez-Bernal M.S., Solis-Pichardo A., Tolson G., Kohler H., (1995). Paleogene continental margin truncation in southwestern Mexico: Geochronological evidence. *Tectonics, Vol.14-5, 1339-1350.*
8. Moran-Zenteno D.J., Corona-Chavez P., Tolson G., (1996). Uplift and subduction erosion in southwestern Mexico since the Oligocene: Pluton geobarometry constraints. *Earth an Planetary Science Letters, Vol. 141, 51-65.*
9. Delgado-Argote L.A., Rubinovichcogan R., García-Duran A., (1986). Descripción preliminar de la geología y mecánica de emplazamiento del Complejo ultrabásico del Cretácico de Loma Baya, Gro., México. *Geof. Int.*, Vol 25-4, 537-558.
10. Moran-Zenteno D.J., (1992). Investigaciones isotópicas de Rb- Sr y S.M. - Nd en rocas cristalinas de la región de Tierra Colorada-Acapulco-Cruz Grande, Edo. de Guerrero. Tesis Doctoral, IG/UNAM.
11. Moran-Zenteno D.J., (1993). Southern Mixteca and northern Xolapa terrane. in *Terrane geology of sothern México. Guidebook to the field trip B of the First Circun - Pacific and Circun - Atlantlc Terrane conference, Guanajuato, México. IG/UNAM, 34-45.*
12. Moran-Zenteno D.J., Schaaf P., Kohler H., Bohnel H., Urrutia-Fucugauchi J., (1993a). Consideración sobre la petrogenesis de los intrusivos de la región de Acapulco basadas en datos isotópicos de Sr, Nd., *Contribuciones a la tectónica del occidente de México. Monografías 1, UGM, IG/UNAM, 305-326.*
13. Moran-Zenteno D.J., Tolson G., Solis-Pichardo G., Hernandez-Bernal M.S., Urrutia-Fucugauchi J., (1993b). Origin and tectonic relationships of the Xolapa terrane, southwestern México. in *Proceedings of the First Circun - Pacific and Circun - Atlantlc Terrane conference, IG/UNAM, 97-99.*
14. SPP/DGGTENAL, (1981), Atlas del Medio Físico, Escala 1:1000000
15. Goldstein, J., D.E.Newbury, P.Echlin, D.C.Joy, C.Flori, E.Lifshin, (1981), *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis.* Plenum, Press.
16. Klein C., C.S.Hurlbut, (1999) . *Mineral assemblages: Introduction to rock types and vein mineralization. in Manual of mineralogy, John Wiley & Sons. Inc.*
17. Holmes A., (1966), *Geología Física, Edit. Omega.*