

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE LAS ROCAS PELÍTICAS DE LA SIERRA DE GUANAJUATO: APLICACIONES POTENCIALES DE SU EXPLOTACIÓN

Rodríguez Huerta Víctor Hugo (1), Miranda Avilés Raúl (2), Godínez Mireles Alfonso (3)

1 [Ingeniero Geólogo, Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología. Campus Guanajuato. UG] | Dirección de correo electrónico: [vichug100@gmail.com]

2 [Departamento De Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías, Campus Guanajuato. UG] | Dirección de correo electrónico: [rmiranda@ugto.com]

3 [Ingeniero Geólogo, Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología. Campus Guanajuato. UG] | Dirección de correo electrónico: [alfonnik@hotmail.com]

Resumen

En la Sierra de Guanajuato no existen estudios sobre el origen, mineralogía y clasificación de rocas de grano fino, por lo que se desarrolló el estudio de la Formación Valencia del Distrito Minero de Guanajuato. Se realizó una compilación de información bibliográfica y cartográfica de las rocas limo-arcillosas de la Sierra de Guanajuato. La primera etapa de la investigación se basó en trabajo de campo donde se recolectaron muestras y elaboraron columnas estratigráficas de la zona de estudio. La segunda etapa consistió en la preparación de las muestras para su análisis y caracterización mineralógica utilizando las técnicas de Difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X. Se elaboraron láminas delgadas para estudiarlas en el Microscopio Óptico así como en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), todo esto gracias a los equipos del LICAMM (Laboratorio de Investigación y Caracterización de Minerales y Materiales). Se interpretaron las fases mineralógicas de los difractogramas con la ayuda del software Jade 6 pudiendo llegar a la identificación de arcillas que después se corroboraron en el MEB. Con los resultados finales llegamos a una interpretación más completa acerca del ambiente de deposición marino de la Formación Valenciana. Por medio de la naturaleza de las arcillas identificadas se interpretó un ambiente transgresivo.

Abstract

In the Sierra de Guanajuato there are not studies about the classification and mineralogy of fined grained rocks, so we develop the study of the Valenciana Formation from the Mining district of Guanajuato. A compilation of bibliographic and cartographic information of the silt-clay rocks from the Sierra De Guanajuato was performed. The first stage of the research was based on field work where samples were collected and stratigraphic columns of the area were measured. The second stage was the preparation of the samples for analysis and mineralogical characterization using X-ray diffraction and X-ray fluorescence. Thin sections were prepared to study them in the light microscope as well as Scanning Electron Microscopy (SEM), all thanks to LICAMM (Laboratorio de Investigación y Caracterización de Minerales y Materiales). Phase diagrams were interpreted with the help of Jade 6 software and we can get the clay identification and then corroborated with the SEM. With final results we came to a fuller understanding about the depositional environment of the Valenciana Formation. By the nature of the identified clays we interpreted a transgressive atmosphere.

Palabras Clave

Formación Valenciana; arcillas; mineralogía; Geología; MEB

INTRODUCCION

La Sierra de Guanajuato está ubicada en la parte noroccidental del Estado de Guanajuato con una forma alargada en dirección NW-SE de 80 km de longitud y 30 km de anchura. (Imagen 1). La zona de estudio está compuesta por rocas volcánicas-subvolcánicas de la Formación la Esperanza que grada hacia arriba a micritas y lutitas de la Formación Valenciana (Cretácico Inferior). El origen de estas rocas indican que las Formaciones Esperanza y Valenciana contienen sedimentos de aporte continental.[1]

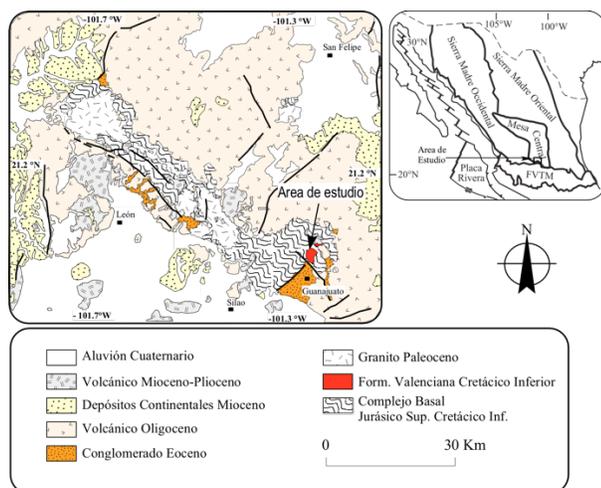


Imagen 1: Localización

Rocas de Grano Fino

La mayoría de las formaciones sedimentarias contienen rocas de grano fino menor a $62.5 \mu\text{m}$. Este tipo de rocas son comúnmente referidas como "lutitas", "lodolitas" o por sus términos en inglés "shale", "mudstone", "claystone" y que están descritas como homogéneas, masivas y/o laminadas. "Lutita", roca sedimentaria más común, ha sido interpretada en un rango de procesos de formación bastante estrecho (por ejemplo, depositación continua de lodos en la suspensión del sedimento en niveles bajos de energía). Describir este tipo de rocas en afloramientos y núcleos ha

sido bastante complicado debido a que contienen componentes muy finos difíciles de distinguir al ojo humano. [2]

La composición química de las lutitas nos da información importante como el marco tectónico regional, procedencia [3][4][5]. La geoquímica de los sedimentos de grano fino, en particular de los elementos traza, se cree que representa la composición promedio de la parte superior de la corteza continental más que cualquier otro tipo de roca sedimentaria [6]. La composición mineralógica de las arcillas en los sedimentos pueden reflejar los efectos de varias condiciones paleoambientales (clima, fluctuaciones del nivel del mar, actividad tectónica, así como la morfología de la cuenca). El estudio de las arcillas es considerada una poderosa herramienta para la interpretación de condiciones de intemperismo en las áreas de estudio [7]

En este estudio se analiza la composición de la Formación Valenciana a partir de muestras recolectadas en campo, preparadas para el análisis en equipos de difracción y fluorescencia de Rayos X, así como Microscopios Óptico y Electrónico de Barrido. Se determina el significado de las arcillas que contiene explicando cuál fue el ambiente, sus procesos de formación y sus posibles aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo y recolección de muestras

En el área de estudio se midió una columna estratigráfica describiendo datos como su espesor, color, estructuras sedimentarias y tipo de roca. Se recolectaron 2 muestras en las coordenadas (264448.18mE, 2330278.67 m N), y las otras 9 (264483.50 m E, 2330332.23 m N), dando un total de 11 muestras seleccionadas para su preparación y análisis de lámina delgada, difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X.

Trabajo de laboratorio y análisis de muestras

Las muestras fueron preparadas y analizadas en el LICAMM (Laboratorio de Investigación y Caracterización de Minerales y Materiales) y en el Laboratorio de Petrografía del Departamento de

normal en las muestras y con laminación en la parte superior (Imagen 3).



Imagen 3: Lámina delgada al microscopio óptico

Difracción de Rayos X

Con la interpretación de los difractogramas (Imagen 4), identificamos la mineralogía de cada muestra.

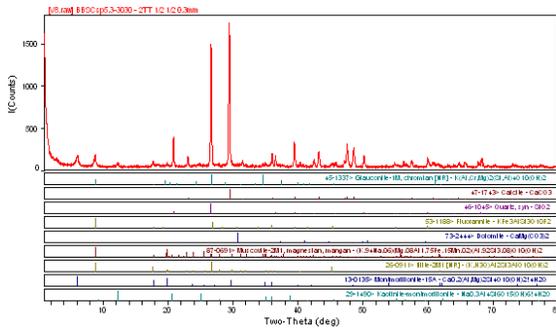


Imagen 4: Difractograma con su análisis de fases de la muestra V8

En la tabla 1, se enlistan los resultados de cada muestra con su mineralogía, donde el porcentaje fue obtenido a partir del RIR o análisis cuantitativo. Está ordenada de mayor a menor en relación con la cantidad de veces que encontramos el mineral, además de que está indicado su contenido en porcentaje.

De las 11 muestras analizadas, en 8 se encontraron fases cristalinas correspondientes a las arcillas (V1, V3, V6, V7, V8, V9, V10, V11). Dentro de estos minerales están la Montmorillonita, Nontronita, Glauconita, Kaolinita, Faujasita entre otros.

Tabla 1: Mineralogía de todas las muestras (X / %)

Mineralogía por muestra.											
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
Calcite	X56	X75	X59	X92	X82	X41	X87	X94	X82	X75	X82
Quartz	X04	X17	X00	X27	X36	X52	X13	X51	X84	X25	X11
Montmorillonite	X53	-	X03	-	-	X03	X016	X205	X086	X03	X02
Dolomite	-	X01	X59	-	-	-	-	X04	-	-	-
Phlogopite	-	X03	X02	X67	-	-	-	-	-	-	-
Chalite	-	-	-	X03	X03	-	-	X02	-	-	-
Muscovite 2M1	-	-	-	-	-	-	X03	X5	-	-	X04
Muscovite	X01	-	-	X01	-	-	-	-	-	-	-
Faujasite - Na	-	-	X04	X12	-	-	-	-	-	-	-
Glauconite	-	-	X08	-	-	-	-	X182	-	-	-
Illite	-	-	X07	-	-	-	-	X086	-	-	-
Kaolinite 2M	-	-	-	X01	-	-	-	X41	-	-	-
Endonite	-	-	-	-	X08	X016	-	-	-	-	-
Vermiculite	-	-	-	-	X09	X001	-	-	-	-	-
Graphite 3R	-	-	-	-	-	-	-	X071	-	-	X64
Phlogopite 1M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X01	X01
Halloysite	X17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conchite	X19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muscovite	-	X02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nontronite	-	X01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordsonite	-	-	X03	-	-	-	-	-	-	-	-
Muscovite 3T	-	-	-	-	-	X05	-	-	-	-	-
Chalite	-	-	-	-	-	X05	-	-	-	-	-
Pyrophyllite	-	-	-	-	-	X06	-	-	-	-	-
Faujasite Cu	-	-	-	-	-	X001	-	-	-	-	-
Talc	-	-	-	-	-	X06	-	-	-	-	-
Nontronite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X02	-
Graphite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

Observamos las muestras a 800 aumentos en determinadas áreas, para poder confirmar la presencia de arcillas. La cruz amarilla indica donde fue realizado el EDS o análisis puntual.

Como ejemplo, el EDS de la muestra V8 (Imagen 5), nos arroja cantidades de porcentaje en masa que contiene 11.95% de C, 43.47% de O, 13.92% de Mg, 6.55 de Al, 13.71 de Si y 10.40 de As, que corresponde a una arcilla.

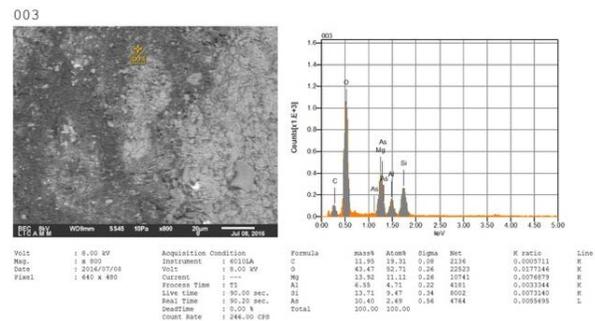


Imagen 5: EDS de la muestra V8

Discusión

La formación Valenciana se depositó en un ambiente marino de plataforma poco profunda con base a las estructuras sedimentarias, contenido de calcita y a la presencia de glauconita que es un indicativo de un ambiente marino oxigenado a poco reductor donde la velocidad de sedimentación es baja.

Observamos que la Formación Valenciana contiene una mineralogía predominantemente de origen continental, lo cual nos dice que los minerales fueron transportados y que provienen de otro tipo de rocas las cuales fueron alteradas y erosionadas en diferentes climas (Imagen 6).

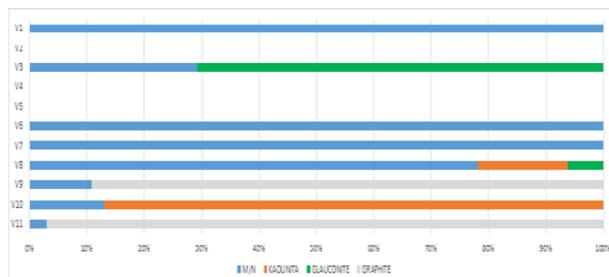


Imagen 6: Variación mineralógica de todas las muestras

El contenido de arcillas permitió interpretar variaciones en el nivel del mar, de la base a la cima se interpreta una transgresión con periodos de estabilidad evidenciado por materia orgánica modificada diagenéticamente a grafito (V9). La muestra V8 que tiene glauconita indica que hubo condiciones marinas o ascenso constante del nivel del mar. Se detuvo el aumento del nivel del mar donde hubo aporte de sedimentos ayudando a la deposición de arcillas en la parte superior de la columna. Vuelve a subir el nivel del mar originando de nuevo condiciones de ambiente marino (V3).

La presencia de muscovita 2M nos hace pensar que la roca sufrió un bajo grado de metamorfismo o diagénesis profunda a temperaturas cercanas a los 200° C.[8]

La caolinita se forma bajo condiciones climáticas húmedas en sedimentos continentales por la acción de aguas subterráneas con pH bajo, que actúan en los minerales de detritos aluminosilicatados, tales como feldespatos, mica, fragmentos de roca y minerales pesados.

Las condiciones de humedad dan lugar a la existencia de mayores cantidades de agua meteórica y por lo tanto ayuda a la formación de caolinita.

CONCLUSIONES

Se determinó la composición mineralógica de la Formación Valenciana, poniendo énfasis en los minerales de la familia de las arcillas.

La Formación Valenciana se depositó en condiciones marinas donde hubo una transgresión marina (aumento del nivel del mar), evidenciado por la naturaleza de las arcillas encontradas.

El contenido de minerales arcillosos es muy bajo, por lo que no es posible llevar a cabo su explotación. La existencia de arcillas de la clase montmorillonita en la parte laminar superior de cada estrato, permite argumentar que en las minas del Distrito Minero de Guanajuato, generan problemas de estabilidad y caída de bloques, ya que al absorber agua se expanden e incrementan la inestabilidad mecánica de las mismas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por la oportunidad de participar en su programa de Verano de Investigación. Especial agradecimiento a la Química Cristina Daniela Moncada Sánchez por su ayuda en el tratamiento y análisis de DRX, FRX y MEB en los equipos pertenecientes al LICAMM. A René Báez por la ayuda con la preparación de las láminas delgadas.

REFERENCIAS

[1] Martini, M., Solari, L., & Camprubí, A. (2013). Kinematics of the Guerrero terrane accretion in the Sierra de Guanajuato, central

Mexico: new insights for the structural evolution of arc–continent collisional zones. *International Geology Review*, 55(5), 574-589.

[2] Lazar, O. R., Bohacs, K. M., Macquaker, J. H., Schieber, J., & Demko, T. M. (2015). Capturing key attributes of fine-grained sedimentary rocks in outcrops, cores, and thin sections: nomenclature and description guidelines. *Journal of Sedimentary Research*, 85(3), 230-246.

[3] Roser, B.P., Korsch, R.J., 1988, Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major element data: *Chemical Geology*, 67, 119-139

[4] McLennan, S. M. (1993). Weathering and global denudation. *The Journal of Geology*, 295-303.

[5] Cullers, R.L., 1995, The controls on the major and trace element evolution of shales, siltstones and sandstones of Ordovician to Tertiary age in the Wet Mountain region, Colorado, USA: *Chemical Geology*, 123, 107-131

[6] DaPeng, L., YueLong, C., Zhong, W., Yu, L., Jian, Z., 2012, Paleozoic sedimentary record of the Xing-Meng Orogenic Belt, Inner Mongolia: implications for the provenances and tectonic evolution of the Central Asian Orogenic Belt: *Chinese Science Bulletin*, 57, 776-785.

[7] Madhavaraju, J., Ramírez-Montoya, E., Monreal, R., González-León, C. M., Pi-Puig, T., Espinoza-Maldonado, I. G., & Grijalva-Noriega, F. J. (2016). Paleoclimate, paleoweathering and paleoredox conditions of Lower Cretaceous shales from the Mural Limestone, Tuape section, northern Sonora, Mexico: Constraints from clay mineralogy and geochemistry. *REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS*, 33(1), 34-48.

[8] Abad, I., J.B. Murphy, F. Nieto, and G. Gutierrez-Alonso, 2010, Diagenesis to metamorphism transition in an episutural basin; the late Paleozoic St. Mary's Basin, Nova Scotia, Canada.: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 47/2, p. 121-135.