

SEPARACIÓN DE MINERALES PESADOS PARA ANÁLISIS DE PROVENIENCIA

Leyla L. Oñate^a, Christian W. Romero^b, Brigith E. Menéndez^c, Oswaldo A. Gallardo^c, Francisco J. Iturra^b, Marilyn D. Castillo^c, Deymi J. Ortiz^c, Byron P. Córdova^c, Dayana M. Gómez^c, Jheraldine V. Chila^c, Heidi L. Cervantes^c, Jenny B. Calderón^c, Hector Freire^a, Alyce Enríquez^c, Gary Ponce^b.

^aDepartamento de Geología, Escuela Politécnica Nacional, Quito-ECUADOR

^bProyecto de Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias Minerales en el Territorio Ecuatoriano, IIGE, Quito-ECUADOR.

^cDepartamento de Geología, Universidad Central del Ecuador, Quito-ECUADOR

INTRODUCCIÓN

En rocas detríticas los análisis de proveniencia buscan determinar las características físicas de la roca fuente de detrito. Los minerales pesados son aquellas facies minerales en la cual su densidad supera los 2,89 gr/cm³, estos minerales son altamente resistentes a la abrasión y constituyen menos del 1% del volumen de la roca. El registro de eventos geológicos puede ser estudiado a partir de la cuantificación de minerales pesados. Este trabajo presenta la metodología utilizada en la separación de minerales pesados y una discusión bibliográfica de la cuantificación enfocada en el análisis de proveniencia. El procedimiento incluye diferentes metodologías que permiten incrementar la eficiencia y confiabilidad del procedimiento estándar.

SEPARACIÓN DE MINERALES PESADOS

Recolección de muestra



Figura 1. Recolección de muestra

Previo a la recolección de muestra se debe resolver la estratigrafía local. Las muestras recolectadas deben ser ubicadas en una columna estratigráfica. Se recomienda recolectar de 5 a 10 Kg de muestra fresca, ignorando zonas alteradas e intensamente meteorizadas, se debe evitar contaminar la muestra con detrito adyacente. Las muestras deben ser almacenadas en fundas de polímero III, herméticamente selladas. La etiqueta debe incluir las coordenadas del afloramiento.

Trituración



Figura 2. Trituración de muestra

En la trituración primaria se busca reducir el tamaño de las partículas a arena fina, esta etapa incluye: La desintegración de la muestra de mano en fragmentos centimétricos a milimétricos con ayuda de un concho o martillo, sobre una superficie aislada de contaminación. La trituración del material mediante trituradoras de mandíbulas de carburo de tungsteno, trituradora de discos y trituradora de cilindros.

Tamizado de muestra



Figura 3. Tamizado de muestra

El tamizado de la muestra busca homogeneizar el tamaño de 250 um a 45 um. Con el objetivo de eliminar la fracción arcillosa se tamiza la muestra. El tamizado se realiza en húmedo, utilizando mallas mayores a 45 um y menores a 250 um como 50, 150, 250, 300 micras, el resto de las fracciones se las recupera. El tamizado se lo realiza a una frecuencia de vibración superior a 2.2 Hz y un tiempo de tamizado de 10 minutos. Cada tamiz debe ser limpiado en un ultrasonido de frecuencia constante durante 5 minutos, antes de ser reutilizado.

Ataque químico y neutralización de la muestra



Figura 4. Ataque químico y neutralización de la muestra

Considerando la mineralogía de la muestra analizada se pueden utilizar una amplia gama de compuestos químicos para eliminar espectros minerales sin interés en el ensayo, por ejemplo: La materia orgánica puede ser eliminada con ácido acético, el espectro de calcita con ácido clorhídrico, el espectro de sulfuros con ácido nítrico. Después de utilizar estos compuestos químicos, la muestra tiene que ser lavada y neutralizada con ayuda de agua destilada, es recomendable medir el pH de la muestra con papel tornasol.

Secado de Muestra



Figura 5. Secado de Muestra

Se utilizan bandejas de acero inoxidable con el fin de evitar contaminación de la muestra. La temperatura de la estufa de secado no debe sobrepasar los 60° C. El tiempo de secado varía de muestra en muestra, sin embargo, no debe ser menor a 12 horas.

Centrifugadora



Figura 6. Centrifugadora

La centrifugadora es un instrumento que utiliza la fuerza de centrifuga en un proceso de rotación continua para decantar dos fracciones de sedimento según su densidad, una ligera y una pesada. Se utiliza 500 gr de muestra que se colocan en la malla superior. El material en el tubo de centrifuga es separado con ayuda de un rotor que puede llegar hasta 60 Hzr. La fracción ligera es evacuada por el tubo de escape, mientras que la fracción pesada es concentrada en el tubo de rotación, esta fracción se recupera en bandejas de acero

Mesa Wildried



Figura 7. Mesa Wildried

La mesa tipo Wilfley es un dispositivo de concentración gravimétrica que separa el material en base a la diferencia de densidad, utilizando el movimiento lateral vibratorio y una corriente constante y continua de agua. En el ensayo se utiliza por lo menos 1 Kg de muestra, se coloca el material en la platina de alimentación a pendiente horizontal, con frecuencia de vibración de 50 Hzr, durante 15 minutos.

Separación magnética



Figura 8. Separación magnética

Se emplean imanes esféricos y cúbicos de neodimio y de hierro titanita. Se aíslan los imanes en estuches de latex, nitrilo, vinilo o neopreno. Los imanes aislados generan un campo magnético capaz de eliminar impurezas y materiales magnéticos del concentrado. La fracción magnética es retirada del concentrado si se necesitan obtener circones o apatitos.

Separador electromagnético Franz



Figura 9. Separador electromagnético Franz

Los separadores electromagnéticos se pueden ajustar para extraer del concentrado diferentes tipos de minerales magnéticos y paramagnéticos a diferentes niveles de intensidad del campo electromagnético. En el ensayo se emplea un mínimo de 250 gr de muestra, de tamaño uniforme. La muestra se coloca en la boquilla de ingreso, entonces la intensidad del campo electromagnético debe ser próximo a 1.2 Amp-T, el ángulo de la platina de separación debe ser superior a 20°, con inclinación menor a 5°, la frecuencia de vibración de la platina de separación debe ser mayor a 1Hz. El ensayo eliminará minerales magnéticos y paramagnéticos del concentrado.

Decantación en medios densos



Figura 10. Decantación en medios densos

El medio denso que se utilizó para la decantación de minerales es politungstato de sodio nivel 1 (SP-1) preparado en mezcla hidratada a densidad 2,9 gr/cm³. La proporción de muestra y SP-1 nunca debe ser mayor a 1:3, caso contrario SP-1 puede saturarse. SP-1 se coloca en un embudo de decantación, se espera a que el líquido se estabilice y se coloca la muestra, se revuelve con una varilla de agitación. Posteriormente, se espera la separación de la muestra en dos fracciones, la fracción ligera flota en el líquido, mientras que, la fracción pesada se hunde. Se separan las dos fracciones y se filtra el SP-1 con el fin de reusar el compuesto.

Observación de minerales pesados



Figura 11. Observación de minerales pesados en vinocular

El concentrado de minerales pesados es colocado en platos Petri para su observación. El binocular con amplitud de x10, x25, x40, x100, x150 permite la observación de las propiedades ópticas de cada uno de los minerales, dicha observación tiene que ser realizada en fondo negro y con luz reflejada de gamas blancas, no luz amarilla. Las principales propiedades a ser examinadas son: hábito, color, brillo, fractura, macla, propiedades que se detallan en Mange, (1992).

Análisis de minerales pesados



Figura 12. Montajes de minerales pesados.

Desde 2018 a 2022, en el laboratorio de Metalurgia Extractiva del Instituto de Investigación Geológica y Energética, del Ecuador (IIGE), se realizaron 339 montajes de minerales pesados de 51 formaciones geológicas de la Cuenca Oriente, Zona Subandina, Cordillera Real, Valle Interandino y Cuenca Alamar Llanos, la gama de minerales pesados analizados incluyen: Zircones, Turmalina, Rutilo, Apatito, Hornblenda, Augita, Casiterita, Olivino, Hipersteno, Epidota, Pumpellitita, Sillimanita, Granate, Zoisita, Cloritoide, Clinzoisita, Monacita, Brookita, Anastasa, Titanita, entre otros. La identificación de cada uno de estos minerales busca construir un "Atlas de Minerales Pesados del Ecuador". Por otra parte, los 339 montajes de minerales pesados han permitido analizar las propiedades físicas de 27 120 granos minerales. En el montaje de minerales pesados se utilizó piperina como resina y medio de observación.

CONCLUSIONES

Entre 2018 y 2022, la técnica estándar de separación de minerales pesados fue aplicada a 339 muestras de rocas de diferentes formaciones geológicas de diversas regiones morfoestructurales del Ecuador. Se obtuvieron 27 120 granos minerales los cuales fueron evaluados en montajes de piperina buscando identificar propiedades físicas de los mismos.

La técnica estándar de separación de minerales pesados fue modificada considerando las características de las rocas analizadas, se empleó centrifugación y ataque químico. Hasta el momento la centrifugación permite separar con éxito micas, metales y sulfuros del concentrado pesado, incrementando la eficiencia al separar circones.

Este trabajo fue realizado dentro del marco del Proyecto de Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias Minerales en el territorio ecuatoriano, desarrollado por el Instituto de Investigación Geológico y Energético del Ecuador. Agradecemos la participación de: Laboratorio de Metalurgia Extractiva del Instituto de Investigación Geológico y Energético del Ecuador. Laboratorio de Sedimentología de la Facultad de Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional. Laboratorio de Geoquímica de la Facultad de Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional.