

Análisis de sedimentos de la parte alta y media de la cuenca del río Chama. Mérida, Venezuela.

High and medium Chama river (Mérida, Venezuela) basin deposit analysis.

A. Rodríguez P.*, P. Prieto P y M. Castillo
Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Geología, ULA
Mérida 5101, Venezuela
*adriirp@ula.ve

Resumen

El estudio de sedimentos en los diferentes ambientes que gobiernan en un ciclo sedimentario permite obtener información acerca de el origen de los mismos, distancia recorrida a la largo de su transporte, condiciones en el momento de su deposición, en fin, demuestran la mecánica y dinámica de los procesos ocurridos hasta el momento en que se encuentran formando depósitos. En este trabajo investigativo, se realizan ensayos granulométricos y de minerales pesados a diferentes muestras obtenidas de sedimentos del río Chama en sus cuencas alta y media, en un área que comprende vertientes y canales que fluyen desde el páramo de Mifafí, hasta el sector Las Heroínas en la ciudad de Mérida. De los análisis realizados se obtienen asociaciones minerales que conllevan a la determinación de la litología, en la identificación y correlación de formaciones y relacionar asociaciones y grupos. Además de indicar la localización de la fuente de aporte de un sedimento y de las condiciones existentes antes, durante y después de sus ciclos de sedimentación.

Palabras claves: análisis granulométrico, sedimentos, ambientes, minerales pesados.

Abstract

Study of sediments present in the environment that govern a sedimentary cycle allows obtaining information about its origin, distance traveled along its motion and conditions at the moment of deposition. In short, they demonstrate the mechanics and dynamics of the processes developed until they form deposits. In this research work, granulometric and heavy ore analysis are carried out to samples obtained from high and medium Chama River basin silts, taken in slopes and channels flowing from Mifafí moor, to Las Heroínas area, in Mérida city. From realized analyses mineral associations are obtained that bear to find the litology used to identify and correlate formations, associations and groups and to indicate the silt source localization and the conditions before, during and after their sedimentation cycles.

Key words: granulometric analyze, sediments, environment, heavy ore.

1 Introducción y propósito

La cordillera Andina, forma parte de un mosaico de bloques más o menos estables, limitados por zonas móviles los cuales constituyen el Mega - Bloque Norandino. Dicho bloque, está integrado por la Sierra de Perijá y la Cordillera de Los Andes venezolanos. La zona de Falla de Boconó es la estructura geológica de mayor importancia de la cordillera Andina. El gran surco tectónico – fisiográfico central andino sigue la traza de la Falla de Boconó, forma sucesiva-

mente los valles de los ríos La Grita, Mocotíes, Chama, Burate y Boconó en dirección SO – NE.

Este trabajo tiene como marco de estudio los sedimentos del valle del río Chama en sus cuencas alta y media, donde dicho valle, se presenta como una depresión longitudinal desde sus comienzos en los paramos de Mifafí y Piedras Blancas hasta el sector de Estanques.

Por consiguiente, se tiene como propósito principal, la determinación de las variaciones granulométricas y mineralógicas a lo largo de la cuencas alta y media del río Chama, así como la determinación y distinción de las diferentes

fuentes de origen de los sedimentos depositados en dichas cuencas.

2 Marco referencial

2.1 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico es un tipo de análisis aplicado al estudio de los sedimentos, y se realiza con el objetivo de determinar las características cuantitativas y cualitativas que caracterizan los sedimentos que conforman los ambientes sedimentarios. El análisis granulométrico de sedimentos clásticos permite determinar el grado de escogimiento, selección, dinámica depositacional, energía del ambiente, entre otros aspectos de los diversos ambientes de deposición. Persigue como objetivos:

- El reconocimiento de las características cualitativas y cuantitativas de los ambientes sedimentarios, a partir del análisis granulométrico de muestras de sedimentos.
- La comparación de los resultados obtenidos del análisis para el ambiente analizado, y obtener conclusiones en cuanto a su dinámica sedimentaria, escogimiento y selección de los granos, entre otros.
- La realización de análisis granulométrico completo, por medio del uso y manejo de ecuaciones matemáticas y parámetros estadísticos para el análisis de los sedimentos.

2.2 Minerales pesados

Los minerales pesados son un grupo de minerales detríticos que suelen estar presentes en las rocas sedimentarias. Su origen parte de la meteorización y destrucción de rocas ígneas – metamórficas generalmente y por lo tanto, se definen como aquellos minerales característicos de los diferentes tipos de roca, que poseen gravedad específica mayor a 2,85.

Según su origen, los minerales pesados se pueden clasificar en alogénicos o detríticos y autogénicos, en donde los alogénicos o detríticos, representan las acumulaciones derivadas de las rocas madres que han sobrevivido a la deducción por los agentes de la meteorización, abrasión y descomposición o por soluciones entre los estratos. Los minerales autogénicos o secundarios, se han desarrollado en el mismo sitio.

Para la obtención de dichos minerales, es necesaria su separación con el uso de un reactivo específico en este caso. Utilizando un líquido denso, una mezcla de granos de mineral, de diferentes densidades, puede separarse en dos fracciones: la que se hunde, los “minerales pesados”, y la que flota, los “minerales ligeros”. Manipulando la densidad del líquido se pueden hacer más separaciones.

Existen diferentes métodos para la separación de los minerales pesados, entre ellas se encuentra la técnica de separación por una sustancia llamada bromoformo, el cual posee una gravedad específica de 2,85, por esta razón, se utiliza para la separación de minerales.

Tabla 1. Asociaciones de minerales pesados según sus fuentes

Fuentes	Asociaciones minerales
Rocas ígneas ácidas	Apatito, biotita, rookita, circon, hornblenda, monacita, muscovita, rutilo, tianita y turmalina
Rocas graníticas	Casiterita, dumortierita, fluorita, granate, monacita, muscovita, topacio, turmalina, wolastonita y xenotima
Rocas ígneas básicas	Augita, cromita, diopsido, hipersteno, ilmenita, magnetita, olivino, picotita
Rocas sedimentarias	Barita, circon, leucoxeno, minerales de hierro, rutilo y turmalina
Rocas metamórficas dinamo termales	Andalucita, cianita, cloritoide, epidoto, estauroлита, glaucofana, granate, silimanita, titanita, zoisita, clinozoisita
Rocas metamórficas de contacto	Andalucita, condroidita, corindón, estauroлита, flogopita, granate, topacio, vesubianita, wolastonita, zoisita.

La importancia del reconocimiento y estudio de minerales pesados radica en que este es un complemento útil en la determinación de la litología, paleontología, en la identificación y correlación de formaciones sedimentarias. Además puede ser indicativo de la localización de la fuente de aporte de un sedimento y de las condiciones existentes antes, durante y después de sus ciclos de sedimentación.

El área de estudio se extiende a lo largo del Valle del río Chama en el Estado Mérida, en sus Cuencas Alta y Media, desde la naciente: en el Páramo de Mifafi hasta el Sector las Heroínas, ubicado hacia el centro de la ciudad de Mérida. En esta área el río Chama presenta una longitud aproximada de 160 km, ubicándose entre las coordenadas, 8° 40' y 9° de latitud norte, y de 71° a 72° de longitud oeste, y a lo largo de su recorrido, por medio de la actividad erosiva involucra y modela un gran número de formaciones, asociaciones, grupos y complejos ígneos - metamórficos.

3 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo a lo largo de los márgenes del cause del río Chama, recolectando cierta cantidad de sedimentos depósitos superficiales, sedimentados por el cause de los ríos en sus propios márgenes. El muestreo se realizó aproximadamente cada cuatro kilómetros (4 km) de longitud. Se tomaron en cuenta para el muestreo, no solo los depósitos recientes del cause del río Chama, sino también, depósitos recientes de sedimentos correspondientes a los causes de las quebradas que alimentan río Chama, antes de su desembocadura en dicho río.

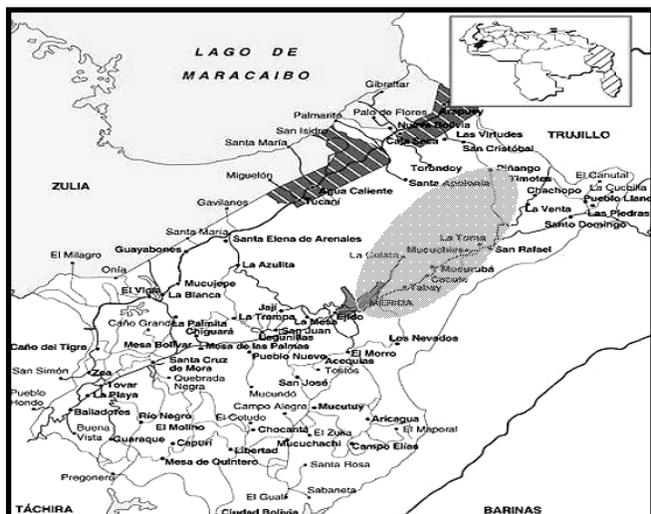


Fig. 1. Ubicación del área de estudio

Finalmente se seleccionaron dieciséis (16) muestras a lo largo de los cauces para ser tomadas en cuenta para el estudio. Partiendo desde la quebrada de Mifafí, en el páramo de Mifafí, hasta el sector Las Heroínas en la ciudad de Mérida.

Las muestras tomadas tienen como puntos de ubicación, los mostrados en las Figs. 2 y 3. Sus respectivos nombres son representativos del área geográfica al que corresponden, o a la quebrada de la cual fueron tomados.



Fig. 2. Mapa de la toma de muestras en la cuenca alta del río Chama. Estado Mérida

Finalmente se seleccionaron dieciséis (16) muestras a lo largo de los cauces para ser tomadas en cuenta para el estudio. Partiendo desde la quebrada de Mifafí, en el páramo de Mifafí, hasta el sector Las Heroínas en la ciudad de Mérida.

Las muestras tomadas tienen como puntos de ubicación, los mostrados en las Figs. 2 y 3. Sus respectivos nom-

bres son representativos del área geográfica al que corresponden, o a la quebrada de la cual fueron tomados.

A continuación se mencionan las identificaciones mostradas en los mapas, con sus respectivas connotaciones:

- Quebrada Mifafí
- Sector Puerto Nuevo Puente San Isidro – Sector San Isidro
- Quebrada La Mucuchache
- Río Chama - Quebrada La Mucuchache
- Quebrada La Toma – Sector La Toma
- Quebrada Gavidia – Vía Gavidia
- Sector El Vergel
- Parque Alberto Carnevali (Río Chama, bajo el cause)
- Parque Alberto Carnevali (Río Chama, en la orilla)
- Sector Escagüey
- Cacute
- Hacienda El Vergón
- Tabay
- Puente La Mucuy – Sector La Mucuy
- Sector Las Heroínas

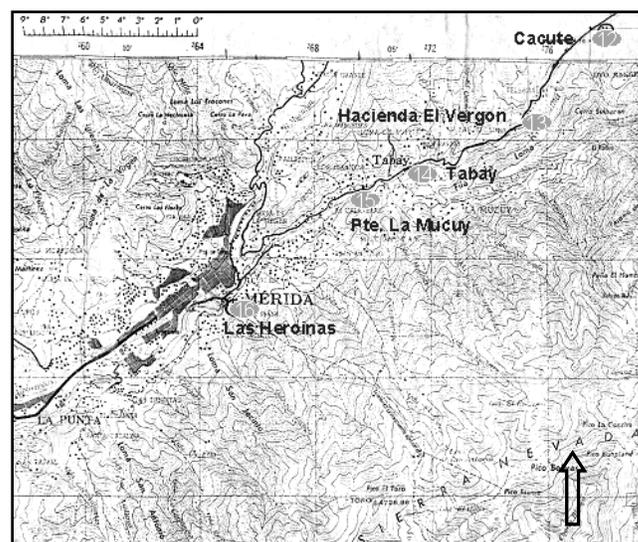


Fig. 3. Mapa de la toma de muestras en la cuenca media del río Chama. Estado Mérida.

4 Análisis realizados

4.1 Análisis granulométrico

En este estudio se realizó un análisis granulométrico para cada una de las dieciséis (16) muestras utilizando una serie de tamices para poder separar los diferentes tamaños que corresponden a gravas, arenas gruesas, medias y finas, así como limos y arcillas.

La siguiente tabla muestra relación entre el número de tamiz a utilizar, la apertura del tamiz, el diámetro retenido y la clase de talla retenida.

Dependiendo de la abundancia de porcentajes de los diferentes tamaños puede inferirse el grado de energía que formó los depósitos en estudio, también se puede indicar la

Tabla 2. Apertura de tamices en función de la talla retenida

TAMIZ N°	Apertura en mm	Phi (ϕ)	Talla retenida
5	4	-2	Guijarros
10	2	-1	Gravas
18	1	0	Arena muy gruesa
35	½	1	Arena gruesa
60	¼	2	Arena media
120	1/8	3	
			Arena fina
200	0.074	3.75	
			Arena muy fina
230	0.0625	4	
			Limo grueso
Análisis densimétrico (<0,625mm)			

hidráulica y dinámica de deposición en cada una de las vertientes y sus relaciones entre ellas.

4.2 Análisis de minerales pesados

En este tipo de ensayos de laboratorio y para este estudio en específico, los minerales pesados se obtienen por medio del siguiente procedimiento:

Primero se trituran o disgregan cada una de las muestras. El material obtenido es pasado por los tamices 80 y 100, la muestra empleada para el análisis es la obtenida de tamiz 100. Luego se coloca el material tamizado (tamiz 100) en un vaso de precipitado y se le agrega HCl (ácido clorhídrico) y se coloca en el fuego por 10 minutos, con la finalidad de remover todo el carbonato que exista en la muestra. Posteriormente, la muestra se lava con abundante agua y se le agrega ácido nítrico (HNO_3), este último remueve las trazas de pirita. Después de este proceso de lavado con soluciones ácidas, la muestra se lava con abundante agua. Posteriormente, se seca la muestra a fuego lento, y se repite el procedimiento anterior, hasta que no se observe reacción en los sedimentos.

El proceso de separación se lleva a cabo en un vaso de precipitado el cual se llena parcialmente con bromoformo y se le agrega la muestra totalmente seca. Durante esta etapa los minerales de la muestra que flotan en la superficie de la solución de bromoformo se separan por decantación y la fracción de minerales pesados se recogen del fondo del recipiente. Los minerales pesados separados por este procedimiento se montan en porta objetos, con bálsamo del Canadá. Posteriormente las partículas de minerales pesados son observadas en microscopio con luz reflejada. El análisis que se debe realizar sobre los minerales pesados consiste en obtener: El porcentaje y tipo de minerales pesado. Determinar la morfología de los granos y realizar observaciones sobre la presencia de una o más poblaciones de minerales según sus características.

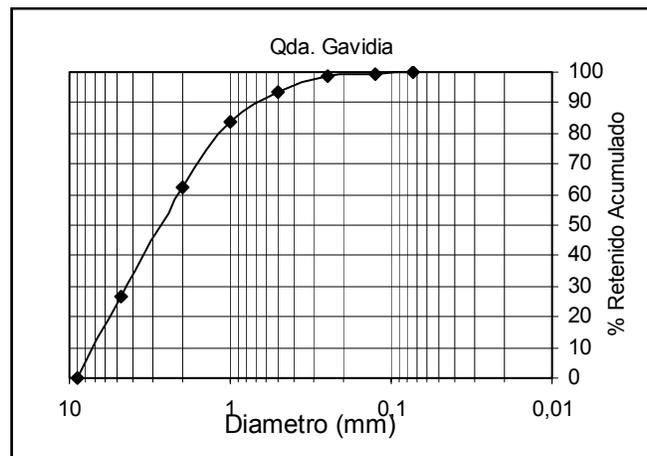
Se realizó este procedimiento en las muestras:

1. Quebrada Mifafi, 5. Río Chama- Qda. La Mucuhcache, 7. Qda. Gaviria, 9. Parque Carnevali, 15. Sector La Mucuy, 16. Sector Las Heroínas, para obtención y posterior análisis de minerales pesados. Para el logro de un mejor análisis y visualización de los resultados se realizan histogramas para cada una de las muestras, donde se grafica por el eje de las "Y" el (%) de minerales pesados y por el eje de las "X" el nombre de los minerales pesados observados.

5 Resultados y análisis

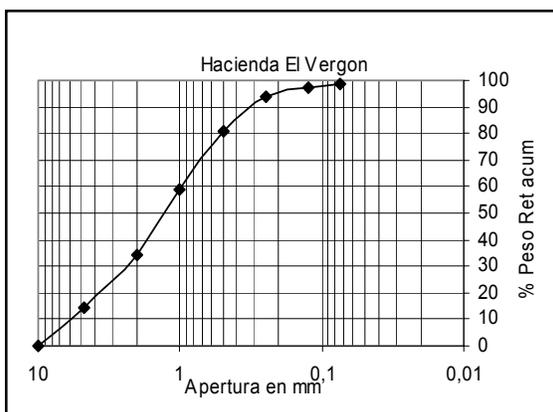
Una vez realizados los análisis granulométricos, se obtuvieron gráficas para cada una de las muestras. Al observar estas gráficas en conjunto, pudo notarse que las curvas que representan la granulometría de la cuenca alta del río Chama, son típicas de un ambiente glacial, debido a la relación de porcentajes de las diferentes tallas. Una curva granulométrica representativa para las primeras ocho muestras – dentro de las que se incluyen: 1. Quebrada Mifafi, 2. Sector Puerto Nuevo, 3. San Isidro, 4. Qda. La Mucuhcache, 5. Chama-Mucuhcache, 6. Sector la Toma, 7. Quebrada Gavidia, 8. Sector el Vergel -, es la curva de la muestra número 1, "Quebrada Mifafi", mostrada a continuación.

Tabla 3. Curva granulométrica característica de un ambiente glacial, perteneciente a la muestra de la quebrada Gavidia (1).



Las curvas resultantes para la cuenca media del río muestran, el modo en que éstas varían paulatinamente, hasta representar un ambiente fluvial ya que en la cuenca media de dicho río, las altitudes asociadas están por debajo de las que corresponden a ambientes glaciales y periglaciales. En la silueta del gráfico se observan dos declinaciones: una declinación en la parte inferior, que se traduce en una disminución relativa de los porcentajes que pertenecen a los tamaños mayores a 2mm, y otra a nivel superior, la cual se traduce como una disminución relativa de las tallas más pequeñas (arenas finas). Una curva característica representativa de las últimas ocho muestras, las cuales tienden a una disposición y orden de las partículas fluvial, es la muestra número 13, Hacienda El Vergón, observada a continuación.

Tabla 4. Curva granulométrica característica de un ambiente fluvial, perteneciente a la muestra de hacienda El Vergón (13).



El cálculo del escogimiento según Trak (1930), en todas las muestras, varía en un rango de valores entre 2.8 y 1.5; indicando un escogimiento que va de bien escogido a perfectamente escogido. Este parámetro, en conjunto con la moda, puede indicarnos la energía cinética del medio de transporte.

Los histogramas pertenecientes a las muestras tomadas en la cuenca alta del río Chama indican una moda de tamaños mayores a 1 mm representada por gravas y arenas gruesas; y en las muestras tomadas en la parte inferior del área en estudio existe una predominancia de tamaños que varían entre 0.25 - 0.125mm de diámetro, pertenecientes a los tamaños de arenas medias y finas. En general, los gráficos se caracterizan por ser unimodales, sin embargo, se presentan dos histogramas de forma bimodal: uno en la muestra tomada después de la quebrada Gavidia "sector El Vergel" (8), y otro después del aporte del río de la Mucuy en la muestra "Tabay - Puente la Mucuy"(15).

Los minerales pesados que se encuentran presentes son principalmente magnetita, hematita, granate, circón, epidoto, sillimanita. Se hacen presentes la monacita, andalucita y diopsido en la muestra de la quebrada Gavidia, y el diopsido también se hace presente en la muestra del río Chama en el parque Carnevali. Se presenta mica muscovita en pocas cantidades a lo largo del cause del río hasta llegar al Sector las Heroínas donde este mineral se hace muy abundante.

Todos los minerales presentes, según las asociaciones minerales definidas, son minerales característicos de rocas ígneas y metamórficas que han sido erosionadas en las adyacencias del área en estudio y transportadas hasta el cauce del río por las quebradas que desembocan en éste.

Según las asociaciones minerales presentes, la presencia de granate, muscovita, monacita y circón, indican la presencia de rocas ígneas ácidas y rocas graníticas. No obstante, la presencia de granate, epidoto, sillimanita y andalucita, como asociación, indican como fuente de aporte rocas de metamorfismo regional y dinamo-termal.

Según los análisis de los resultados, en cuanto a la variación de algunos minerales desde la cuenca alta hasta la cuenca media a la altura de la ciudad de Mérida, se observa

una variación de abundancia pero constante presencia de magnetita, hematita, granate, epidoto y sillimanita. También, se observa la presencia de mica muscovita en pequeñas cantidades y un aumento abrupto en el Sector Las Heroínas en la Ciudad de Mérida.

6 Conclusiones

Las curvas granulométricas elaboradas para las muestras de los sedimentos del río Chama, representan para la cuenca alta la forma típica de un ambiente glacial, y varían paulatinamente a medida que se desciende hacia la cuenca media, transformándose en curvas típicas de un ambiente fluvial.

La buena selección o escogimiento que se presenta en cada una de las muestras varía de 2,8 a 1.5, y en conjunto con la variación de la moda, indica una energía moderada para el río Chama en su cuenca alta, donde predominan los sedimentos mayores a 1mm; mientras que para la cuenca media indica una energía promedio menor que la anterior, y su moda indica la predominancia de tamaños que varían entre 0.25 y 0.125 (arenas medias a finas). La disminución de la energía del río puede deberse a la disminución en el gradiente de su cauce.

El carácter unimodal de los histogramas de frecuencia de tamaños, indica en general, la presencia de una misma fuente de aporte. El carácter bimodal que se presenta en la muestra del Puente hacia Gavidia y el Puente La Mucuy son consecuencia del aporte que proporcionan la quebrada Gavidia y el río La Mucuy respectivamente.

Según las asociaciones minerales encontradas, que las principales fuentes de aporte para el río Chama son la Granodiorita del Carmen y su pegmatita asociada, la cual presenta abundancia en mica muscovita granate y circón, y aflora a lo largo del flanco norte del valle del río Chama, así como también, la Asociación Sierra Nevada, la cual se caracteriza por presentar litologías como gneis anfíbolíticos, filitas, esquistos granatíferos y andalucíticos, así como esquistos micáceos a la altura de la cuenca media del río, y se extiende a lo largo de todo el flanco sur del valle de dicho río.

La abundancia de monacita, andalucita y diopsido en la quebrada Gavidia se deben a la presencia de gneis anfíbolíticos y esquistos andalucíticos pertenecientes a la Asociación Sierra Nevada y posiblemente a la Asociación Tostos, la cual se encuentra en contacto con la Asociación Sierra Nevada y también es erosionada por la quebrada Gavidia.

La gran cantidad de mica muscovita en el sector de Las Heroínas, se debe a la presencia de esquistos micáceos en la vertiente sur del valle del río Chama a la altura de la ciudad de Mérida y Tabay, los cuales pertenecen a la Asociación Sierra Nevada, así como también, puede deberse al aporte del río Mucujún, el cual desemboca en el río Chama a la altura de la ciudad de Mérida, el cual también erosiona a la granodiorita del Carmen.

Referencias

Corrales I, 1997, Estratigrafía, Editorial Rueda, Madrid, España.

Guerrero O, Nociones de petrología sedimentaria y sedimentación, I parte. Universidad de Los Andes, Mérida, Ve-

nezuela.

Pettijohn, Potter y Siever, 1987, Sand and sandstone, Segunda edición, USA.

Pettijohn FJ, 1969, Rocas sedimentarias. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina.