



Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas
Universidad de Pamplona
revistabistua@unipamplona.edu.co
ISSN (Versión impresa): 0120-4211
COLOMBIA

2005
Oscar Mauricio Castellanos Alarcón
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE ARCILLAS DEL VALLE DE LABOYOS,
MUNICIPIO DE PITALITO, HUILA
Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Julio, año/vol. 3, número 002
Universidad de Pamplona
Bucaramanga, Colombia
pp. 43-53

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE ARCILLAS DEL VALLE DE LABOYOS, MUNICIPIO DE PITALITO, HUILA

Oscar Mauricio Castellanos Alarcón

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
E-mail: ocastellanos@unipamplona.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo resume los resultados del estudio geológico de caracterización para los depósitos de arcilla del Valle de Laboyos en el Municipio de Pitalito, Departamento del Huila, utilizando técnicas hidrométricas, de humedad, plasticidad, Difracción de Rayos X, ensayos térmicos y de resistencia de materiales.

ABSTRACT

This paper summarizes results about geological study for clay deposits characterization at the Laboyos Valley, Pitalito municipality, Huila department, using hydrometric techniques, humidity, plasticity, X-Ray Diffraction, termic testing and materials resistance.

PALABRAS CLAVES

Arcillas, Geología, análisis de suelos, Valle de Laboyos, Pitalito, Huila.

KEYWORDS

Clays, Geology, soils testing, Laboyos Valley, Pitalito, Huila.

INTRODUCCIÓN

El material designado técnicamente como arcilla es una mezcla de minerales casi siempre en forma de laminillas entre los que se encuentran silicatos de aluminio e hidratados de micas.

Las arcillas constituyen los sedimentos geológicos más difundidos y se originan por la meteorización y procesos pedogénéticos de feldespatos.

Mineralógicamente como arcillas se enmarca todo material sedimentario poco consolidado, constituido, por una mayoría de partículas de tamaño inferior a 1/256 mm (=74 micras), o sea material que pasa por la malla ó tamiz US 200, y que estará constituidos en su mayor parte por los denominados minerales de arcillas; filo silicatos de aluminio, magnesio y hierro, entre los que merecen mencionarse la caolinita, montmorillonita, illita, vermiculita, halloysita, etc; otros componentes mineralógicos de la arcilla son la sílice, generalmente en forma coloidal, carbonato de calcio, compuestos de hierro y materia orgánica.

En la industria de la construcción esta materia prima juega un papel importante, ya que con ésta se elaboran los distintos tipos de ladrillo, tejas, tubos, enchapes, los cuales deben cumplir con especificaciones técnicas de acuerdo a su uso.

MARCO GEOLÓGICO GENERAL

La cuenca intramontana de Pitalito (15 x 20 Km.) localizada en la cordillera Oriental, al Sur de Colombia (1°52' lat. N y 76°02' long. W). La cuenca está situada a lo largo de la falla

Garzón -Suaza. Esta falla tiene una gran importancia regional y delimita la transición abrupta de las rocas de edad Precámbrico en la cordillera Oriental a los sedimentos Cenozoicos que rellenan el valle alto del Magdalena (van Houten y Travis, 1968; Kroonenberg y Diederix, 1982; Butler, 1983), en Bakker 1988.

La cuenca de Pitalito se encuentra a una altitud de alrededor de 1300 m y está rodeada por montañas que no exceden los 2000 m. Estas montañas consisten principalmente de rocas volcánicas ácidas a intermedias de edad Triásico, así como de intrusiones de edad Jurásico. Los márgenes Norte y Sur muestran una notoria diferencia en cuanto a su morfología: el frente Norte se expresa mediante una morfología lineal, con facetas triangulares, conos coluviales fallados y pequeños abanicos aluviales torrenciales.

La margen Sur de la cuenca muestra numerosas indentaciones, particularmente en su parte Este, y en contraste con el frente Norte, predominan extensos abanicos aluviales. La Morfología de superficie de la parte Oeste en la cuenca de Pitalito, eso es, al Oeste del río Guarapas, difiere considerablemente de aquella de la parte Este, la parte Oeste se caracteriza por su micro relieve en montículos con abundantes depresiones someras de drenajes pobre.

La parte oriental no muestra una gradación de la planicie, y su superficie exhibe dos paisaje morfológicos diferentes: (1) Camellones que circundan (2) depresiones moderadamente a mal drenadas.

Dos ríos principales drenan la cuenca: el Guarapas y el Guachicos, ambos corren del SW hacia el NW, donde salen de la cuenca para desembocar en el río Magdalena, a una altitud de 1200 m.

RESULTADOS

* HUMEDAD NATURAL

Para la realización de este ensayo se siguieron las recomendaciones de la Norma ASTM D2216-71 (Normas ASTM Parte 19), en Bowles, 1981.

Las muestras de arcilla colectadas presentan humedades naturales altas (23.3% en promedio), las cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

TABLA 1. Análisis de Humedad Natural.

% Humedad Natural	# Muestra	Descripción
< 1.0		Muy Baja
1.0 - 5.0	18	Baja
5.0 - 15.0	22	Media
15.0 - 25.0	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 25	Alta
> 25.0	5, 7, 11, 12, 13, 26	Muy Alta

* LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.

Para la realización de este ensayo se siguieron las recomendaciones de las Normas ASTM 423-66 (LL), D424-59 (LP) e INVIAS 125 y 126.

Como se observa en la carta de plasticidad de A. Casagrande todas las muestras se comportan como arcillas inorgánicas excepto las muestras 8, 19 y 25, las cuales se comportan como limos inorgánicos de alta compresibilidad. Las muestras 1, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23 y 24 presentaron comportamiento de arcillas inorgánicas de mediana plasticidad y las muestras 2, 7, 9, 11, 12, 17, 21 y 26 presentan comportamientos de arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

En las muestras 13 y 23 se presume aporte de material orgánico, evidenciado por la presencia de raíces, restos de madera y fragmentos de carbón.

* HIDROMETRIA

Para la realización de este ensayo se siguieron las recomendaciones de las normas ASTM D421-58 y D422-63, así como la norma INVIAS 124. Para el ensayo se utilizó el Hidrómetro ASTM 152H, y se asumió una

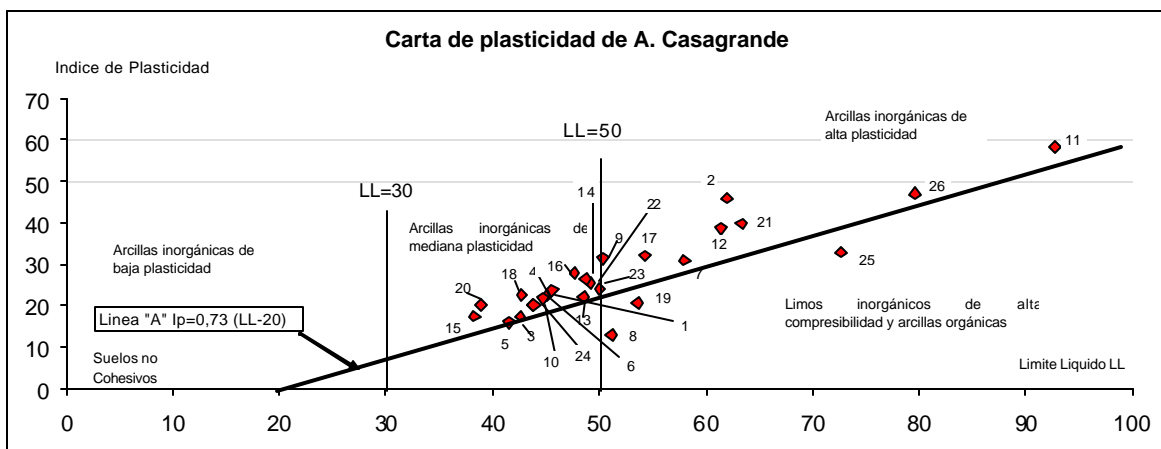


FIGURA 1. Carta de Plasticidad de A. Casagrande.

gravedad específica de 2.65 gr/cc para las arcillas debido a su muy alto contenido de material silíceo.

El rango de tamaño de partícula observado varía entre 0,0011 mm hasta 0,0397 mm (1 a 4 micras aproximadamente).

De acuerdo a los datos colectados granulométricamente las 26 muestras de arcilla se pueden dividir en tres grupos así:

- Muestras 7, 11 y 20.
El 90% de las partículas tienen tamaños < 0.0100 mm.

El 5% de las partículas tienen tamaños entre 0.0100 mm y 0.0400 mm

- Muestras 2, 9, 10, 16, y 21
El 90% de las partículas tienen tamaños < 0.0200 mm

El 5% de las partículas tienen tamaños entre 0.0200 mm y 0.0400 mm

- Muestras 1, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25 y 26
Presentan una distribución granulométrica progresiva uniforme.

*** ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)**

Preparación de las muestras

Los especímenes seleccionados de la muestra fueron montados en un porta-muestra de aluminio mediante la técnica de llenado lateral.

Condiciones de Medición de las Muestras
 Voltaje 40(kV), Corriente 20(mA), Rendijas (Slits) DS 1.0° - RS 0.3mm - SS 1.0°, Velocidad de Barrido 3°/min, Muestreo 0.02°, Rango de Medición 2-70°, Radiación CuKa, Monocromador de Grafito, Difractómetro Rigaku modelo D-MAX-III/B.

Identificación cualitativa:

La identificación cualitativa de las fases presentes en la muestra, se realizó mediante comparación de las reflexiones del perfil observado con las reflexiones de los perfiles de difracción reportados en la base de datos Powder Diffraction File (PDF-2) del International Center for Diffraction Data (ICDD), Sets 1-51, utilizando el software respectivo. En el proceso de identificación se aplicó el método de Hanawalt.

Las fases cristalinas encontradas pertenecen a los siguientes grupos:

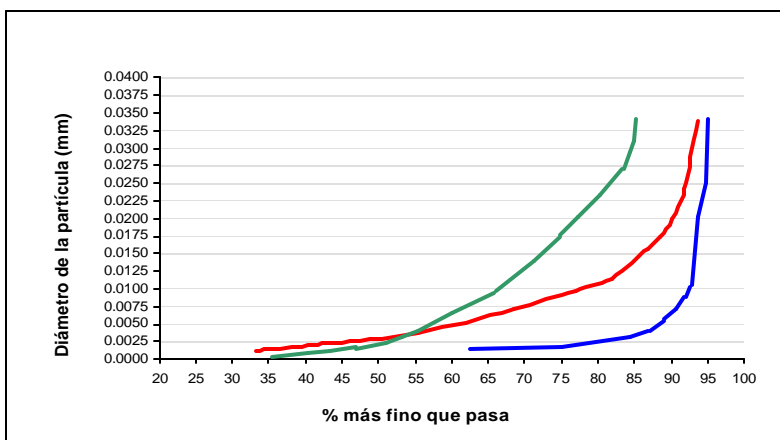


FIGURA 2. Gráfica representativa de las hidrometrías.

Rojo: muestras 2, 9, 10, 16, 21 - Azul: muestras 7, 11, 20 - Verde: muestras 1, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26.

- Feldespatos-plagioclasas: minerales más opcionales albita alta, ordenada y baja.
- Feldespatos-ortoclasa: minerales más opcionales ortoclasa y microclina intermedia.
- Esmeclitas: mineral más opcional montmorillonita.
- Micas: minerales más opcionales illita y mica.
- Kaolinitas-serpentinatas: minerales más opcionales kaolinita y halloysita.

Fases Minerales identificadas para las muestras # 3, 5, 7 y 22

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	(75-938)	Kaolinita
$(\text{Na,Ca})_{0,3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	(3-15)	Montmorillonita
$(\text{K,H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$	(26-911)	Illita
$\text{K-Mg-Fe-Al-Si-O-H}_2\text{O}$	(2-227)	Mica
$\text{K(Al,Fe)Si}_2\text{O}_8$	(8-48)	Ortoclasa
$\text{Na(AlSi}_3\text{O}_8)$	(75-1142)	Albita high
SiO_2	(86-2237)	Cuarzo bajo

Fases Minerales identificadas para las muestras # 13 y 23

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{K-Mg-Fe-Al-Si-O-H}_2\text{O}$	(2-227)	Mica
$\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$	(78-1996)	Kaolinita 1A
KAlSi_3O_8	(19-932)	Microclina intermedia
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	(9-466)	Albita ordenada
SiO_2	(85-1053)	Cuarzo

Fases Minerales identificadas para las muestras # 1, 8, 16, 18, 25 y 26

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	(2-233)	Halloysita
SiO_2	(76-935)	Cristobalita baja
$\text{K}_{0,886}\text{Na}_{0,099}\text{Ca}_{0,009}\text{Ba}_{0,012}\text{Al}_{1,005}\text{Si}_{2,995}\text{O}_8$	(76-825)	Ortoclasa
$\text{Na(AlSi}_3\text{O}_8)$	(75-1142)	Albita high
SiO_2	(86-1560)	Cuarzo bajo

Fases Minerales identificadas para las muestras # 9, 14 y 15

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	(29-1487)	Halloysita 7A
SiO_2	(77-1316)	Cristobalita baja
$\text{K}(\text{Al},\text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_8$	(8-48)	Ortoclasa
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	(9-466)	Albita ordenada
SiO_2	(86-1560)	Cuarzo bajo

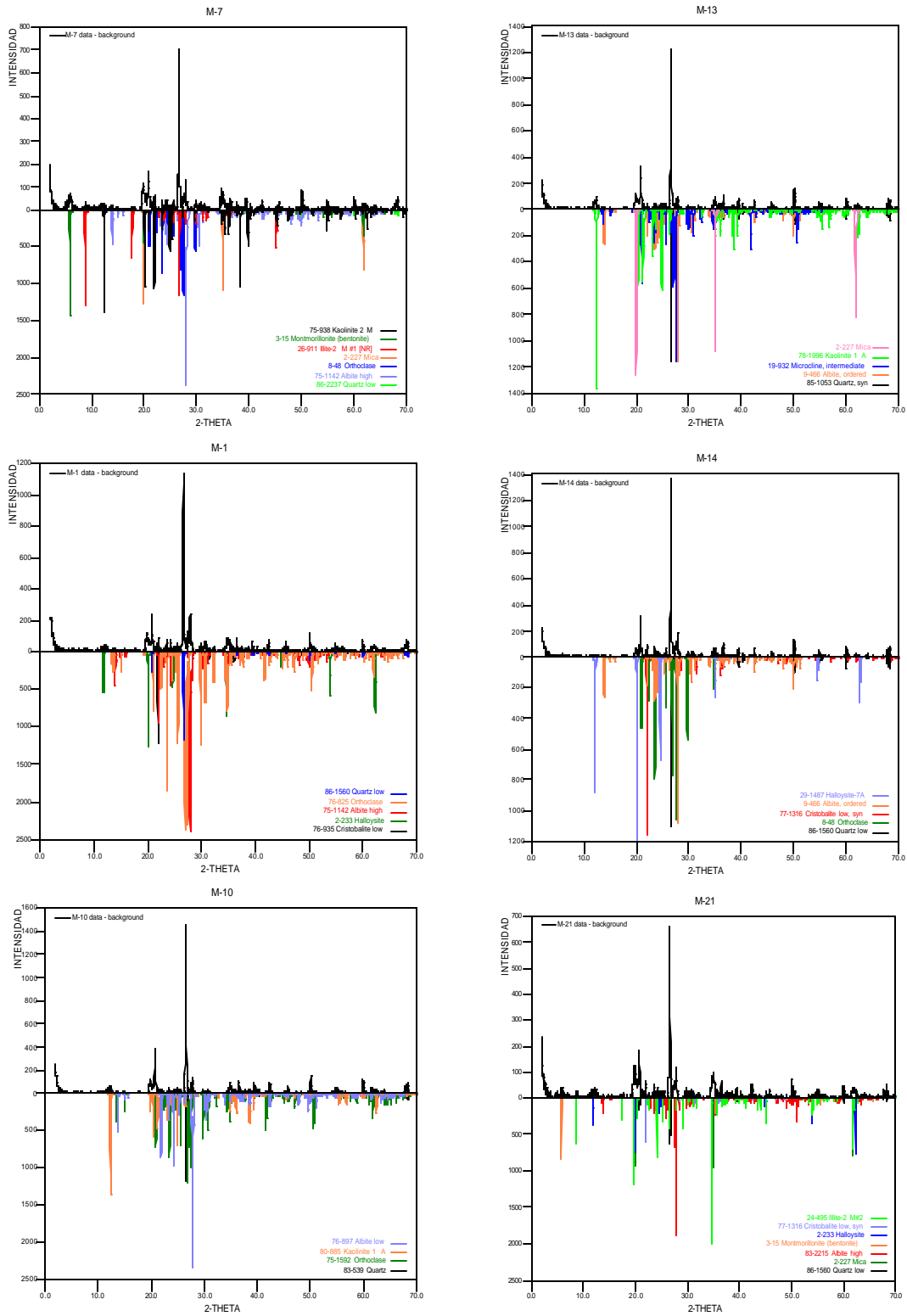
Fases Minerales identificadas para las muestras # 4, 6, 10, 12, 17 y 19

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	(76-897)	Albita baja
$\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$	(80-885)	Kaolinita 1A
KAlSi_3O_8	(75-1592)	Ortoclasa
SiO_2	(83-539)	Cuarzo

Fases Minerales identificadas para las muestras # 2, 11, 20, 21 y 24

Fase	Tarjeta PDF-2	Nombre del Mineral
$\text{K}_{0.7}\text{Al}_{2.1}(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	(24-495)	Illita-2 M2
SiO_2	(77-1316)	Cristobalita baja
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	(2-233)	Halloysita
$(\text{Na},\text{Ca})_{0.3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	(3-15)	Montmorillonita
$\text{K}_{0.2}\text{Na}_{0.8}\text{AlSi}_3\text{O}_8$	(83-2215)	Albita high
$\text{K-Mg-Fe-Al-Si-O-H}_2\text{O}$	(2-227)	Mica
SiO_2	(86-1560)	Cuarzo bajo

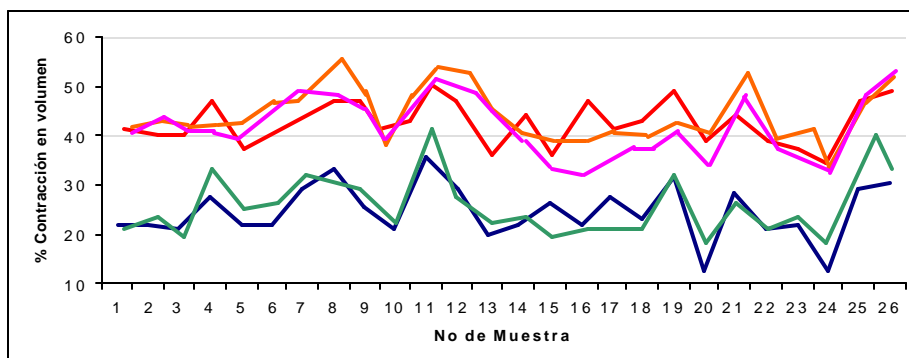
FIGURA 3. Gráficas representativas de las Difracciones de Rayos X.



ENSAYOS TÉRMICOS

a. Análisis de Contracción (En Volumen)

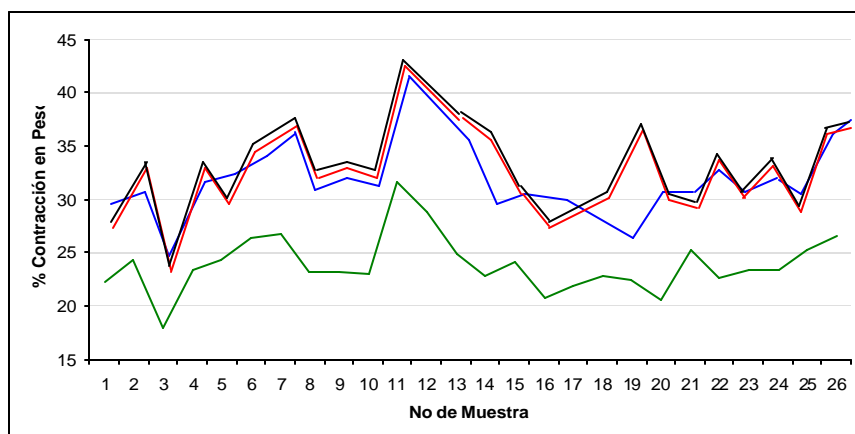
FIGURA 4. Gráfica representativa del ensayo de contracción.



Verde: secado al aire, Azul: 800 ° C, Rojo: 900 y 1000 ° C, Fucsia: 1100 ° C, Naranja: 1200 ° C

b. Análisis de contracción (En Peso)

FIGURA 5. Gráfica representativa del ensayo de contracción.



Verde: secado al aire, Azul: 800 ° C, Rojo: 900 y 1000 ° C, Negro: 1100 y 1200 ° C

c. Deformaciones

TABLA 2. Resultados del análisis de deformación al secado y cocción.

# muestra	Alabeo	Ampollado	Embombamiento	Alta deformación
1,4,10, 24	x			
2, 8, 11, 12,		x		x
3,5,7, 9, 13,	x	x	x	
6, 20,	x	x	x	x
14, 15, 16, 17, 19,			x	
18, 21	x	x		
22, 23	x		x	
25, 26	x			x

En términos generales las 26 muestras exhibieron deformación en las aristas debido a la generación de fuerzas de tensión por secado primario.

d. Cambio de Color:

Los cambios mas drásticos en el color de cocción se sucede de 1000 a 1200° C, temperatura a la cual todas las muestras presentaron transición de arcilla cocida a arcilla vitrificada, siendo además la temperatura de 1100° C la que mejor es resultados de vitrificación a la vista ofreció.

Los mejores colores de cocción se observaron de 800 a 1000° C de las muestras 3, 9, 14, 15, 17, 19 y 22. Para este rango de temperaturas las muestras restantes arrojaron colores de cocción en tonos crudos.

e. Capacidad de absorción de agua:

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-4017 equivalente a la Norma ASTM C-67 para unidades de mampostería maciza (Ladrillos) el porcentaje máximo de absorción de agua es de 20% para uso interior y de 14% para uso exterior.

Cabe anotar según la misma Norma que el

no cumplimiento de la absorción de considera como efecto secundario en el producto y su rechazo queda condicionado a los demás requisitos que establece la Norma y a lo acordado entre cliente y proveedor.

Según el análisis realizado a las 26 muestras del Valle de Laboyos, el promedio de absorción de agua de las muestras a las diferentes temperaturas de cocción esta por debajo del limite máximo de 20% permitido por la Norma en Ladrillo de uso interior. (800° C = 18%, 900° C = 19%, 1000° C = 18%, 1100° C = 0.6%, 1200° C = 0.08%), e igualmente no esta muy lejos del limite de 14% para ladrillo de uso exterior.

* ENSAYOS FISICOMECANICO DE RESISTENCIA AL CORTE POR FLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA

Según la Norma Técnica Colombiana NTC-4205 (Primera Actualización) la resistencia mínima a la compresión o Modulo de Rotura (MR), para ladrillo o unidades de mampostería no estructural es de 100kgf/cm²

En los análisis realizados a las 26 muestras se observaron los siguientes patrones de comportamiento frente a este ensayo:

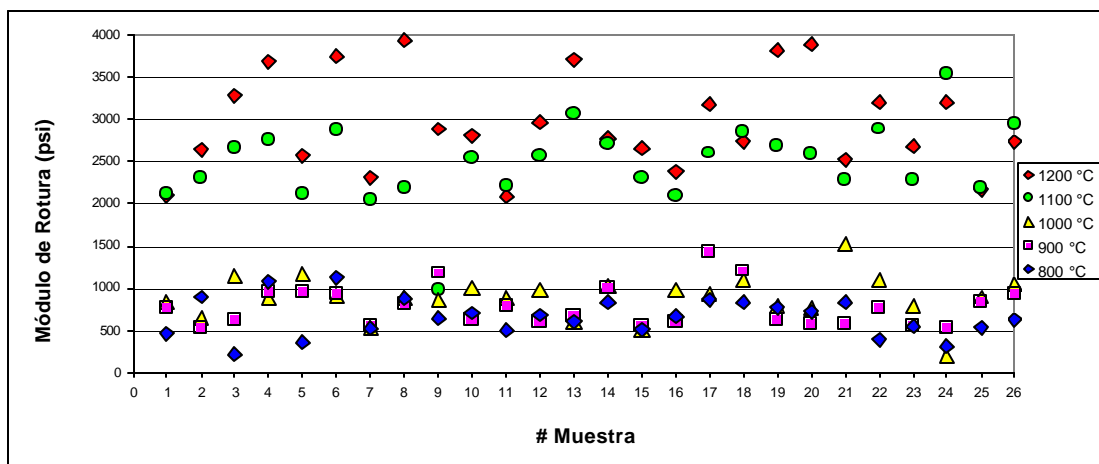


FIGURA 6. Gráfica representativa del ensayo de Resistencia al Corte por Flexión.

De acuerdo a los anteriores resultados, la muestra 17 de 900° C en adelante y la muestra 21 de 1000° C en adelante cumplen con la restricción de calidad, para las demás muestras la Norma se cumple a partir de los 1100° C (Punto de Vitricado), calculándose en 1050° C la temperatura promedio a la cual se podría estar dando cumplimiento a la Norma para todas las muestras de arcilla en su estado puro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el trabajo de campo realizado de cartografía y levantamiento de columnas estratigráficas se definió al depósito de arcillas del Valle de Laboyos, Municipio de Pitalito, Huila como un relleno sedimentario inorgánico de carácter de bastante heterogéneo desde el punto de vista de los tipos de arcillas muestreadas, las cuales evidenciaron una gran variación de colores, texturas y granulometrías tanto vertical como horizontalmente.

- Uno de los fines primordiales de la caracterización de arcillas usadas en la fabricación de materiales de construcción y mampostería (Ladrillos, tubos, cerámicas, etc) es lograr la normatización y consecución de certificaciones de calidad que permitan garantizar el producto final ofrecido al mercado

y que además optimicen el rendimiento económico para el fabricante de los mismos.

- Otro de los objetivos principales de la caracterización fisicoquímica y físico mecánica de las arcillas es definir su óptimo uso industrial bien sea en la fabricación de material de mampostería, tubos, cerámicas, medicina, refractarios e incluso de material artesanal y artístico.

- Finalmente se hace énfasis en la apreciación referente a que para una óptima utilización de las arcillas no basta con una buena y completa caracterización fisicoquímica y físico mecánica de las mismas, sino que se hace indispensable realizar un monitoreo detallado en los procesos de corte, maduración, mezcla, moldeo, secado y cocción de las arcillas.

RECONOCIMIENTOS

El presente estudio se realizó con el soporte financiero de la Gobernación del Huila, y con el apoyo de la Compañía Servicios Geológicos Integrados S.G.I. Ltda., en Neiva.

El autor desea agradecer especialmente a los Geólogos Oscar Meneses, Camilo Tovar, Henry Ramírez, Freddy Angarita, al laboratorista en Geología Hernán Gómez y a la señorita Sandra Ojeda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, J. G. M. (1988). Historia de la Tectónica y de la Sedimentación en una cuenca cenozoica intramontana (Cuenca de Pitalito, Colombia). Colombia Geográfica Vol. XV - No 2.
- BOWLES, J. E. (1981). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Mexico Ed. Mac Graw Hill. pp 215
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana, (2000). NTC 4017. "Ingeniería Civil y Arquitectura, Métodos para muestreo y Ensayos de Unidades de mampostería de Arcilla". Bogotá . Ed. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana, (2000). NTC 4205. "Ingeniería Civil y Arquitectura, Unidades de Mampostería de Arcilla Cocida. Ladrillos y Bloques Cerámicos". Bogotá, Ed Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (1990). Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos, V Edición. Bogotá pp 498.
- UIS - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL (1999). Manual de procedimientos técnicos, Laboratorio de suelos y pavimentos. Ed. Publicaciones UIS.
- Universidad Nacional - Medellín, FACULTAD DE MINAS, Universidad Nacional Medellín, INGEOMINAS, ADEMINAS. (1992). Memorias del Seminario "Técnicas y Rutinas para la caracterización de Arcillas". Cuaderno No 1. Programa Cerámicos y Vítreos. Medellín pp 132
- [http:// www. tenoch.pquim.UNAM.mx/academico/qq/arcillas.htm](http://www.tenoch.pquim.UNAM.mx/academico/qq/arcillas.htm)