

Caracterización de Arcillas para la Elaboración de Ladrillos en el Municipio de Tunja-Boyacá

Characterization of clay for the elaboration of bricks in the municipality of Tunja-Boyacá

Caracterização de argila para a elaboração de tijolos no município de Tunja-Boyacá

Esteban Leonardo Sepúlveda

Estudiante de pregrado. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.

Correo electrónico: esteban.sepulveda@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Jonathan Julián Medina

Estudiante de pregrado. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.

Correo electrónico: jonathan.medinac@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

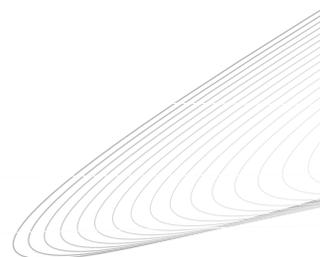
Resumen

El presente artículo contiene la descripción y el desarrollo experimental sobre la composición química, tipos y técnicas de caracterización de arcilla, que se utilizan en la producción del ladrillo, basados en los límites de Atterberg, con el fin de analizar diversas muestras tomadas de dos ladrilleras de Tunja-Boyacá, debido a que no se han caracterizado dichas arcillas para la producción de ladrillos en este Municipio, dado a que se producen patologías que muestran daños en los ladrillos como humedades, cuando estos ya se encuentran instalados. Basados en el análisis de los resultados, teniendo en cuenta que permiten observar que las muestras recolectadas presentan contenidos apreciables de katoite, oscilan entre un máximo del 88.20 % (muestra 1) y el 0.6 % como mínimo (muestra 2), se proponen recomendaciones para mejorar la producción del ladrillo y/o elementos constructivos. Copyright © L'Esprit Ingenieux

Palabras clave: Arcilla, Técnicas de caracterización de arcilla, Límites de Atterberg.

Abstract

Key words



Resumo

Palavras chave

JEL: M41, M49.

Para citar este artículo: Sepúlveda E.L. & Medina J.J. "Caracterización de arcillas para la elaboración de ladrillos en el municipio de Tunja-Boyacá.". *L'Esprit Ingénieux*. Vol.1-2018, p.p 83-92

INTRODUCCIÓN

Existen diversos tipos de arcilla que hacen parte de la producción mundial de ladrillos, están constituidas de origen primario y secundario, basados en componentes esenciales como lo son; sílice, alúmina y el agua, los cuales para una correcta fabricación de ladrillos o elementos constructivos, existen 3 técnicas de caracterización de arcilla conocidas, como la difracción de rayos x, fluorescencia de rayos x y análisis término diferencial, suministrando datos cualitativos y cuantitativos para la adecuada elaboración de estos.

El contenido de este artículo está dividido en dos fases, la primera es el marco teórico, donde se muestran los principales conceptos sobre la caracterización de las arcillas, y la segunda fase son los resultados que se obtuvieron de laboratorio del desarrollo experimental, basado en el procedimiento de los límites de Atterberg.

Se encuentran datos del desarrollo experimental según muestras recolectadas, conclusiones y recomendaciones para la producción de ladrillo en Tunja-Boyacá, ya que no poseen una caracterización adecuada de la arcilla y por esta razón se presentan estudios negativos en algunas construcciones ya terminadas, como lo es la humedad en los ladrillos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Composición de la arcilla

La composición química de la arcilla es utilizada y evaluada según las propiedades físicas y de acuerdo con los resultados obtenidos se asigna el uso específico que se le dará a estas (Zea, 2005).

Toda arcilla está compuesta, principalmente de arcilla pura que es el aglutinante de la mezcla que constituye el ladrillo. La arcilla pura está compuesta a su vez de un 47 % de sílice un 39 %

de alúmina y un 14 % de agua. Es conveniente que la arcilla pura represente como mínimo un 25 % del total de la mezcla (Zea, 2005, pág. 44).

El color no define directamente el uso de una arcilla, debido a que el proceso de fabricación de los ladrillos consta de varias fases dependiendo del uso final que se le vaya a dar, es decir, artesanal o industrial. Durante el proceso de fabricación el color varía según la arcilla utilizada, bien sea roja o amarilla tras la cocción, y de esta misma depende la calidad del producto, donde se busca que esté libre de impurezas, sea una mezcla homogénea y sus propiedades sean plásticas para evitar que se agriete durante la etapa del secado (Zea, 2005).

Tipos de arcilla

La arcilla está dividida en los siguientes tipos:

Primarias y secundarias.

“Las arcillas primarias o residuales son las formadas en el lugar de sus rocas madres y no han sido transportadas por el agua, viento o el glaciador, y las arcillas secundarias son las que han sido desplazadas del lugar de las rocas madre originales” (Barreto & Cárdenas, 2015, pág. 53) según el color y porosidad.

Arcillas porosas coloreadas	Arcillas porosas blancas
Tejares y alfares en bruto, barnizadas, estanníferas	Mayólicas finas Sanitarias y productos refractarios
Arcillas Fusibles 850 – 1100 °C	Arcillas Refractarias 1000 – 1550 °C
Arcillas impermeables coloreadas	Arcillas impermeables blancas
Gres finos, comunes, clinkers	Porcelanas duras, tiernas, china vidriada
Arcillas Vitrificables 1100 – 1350 °C	Caolines 1250 – 1460 °C

Figura 1. Clasificación arcillas según color y porosidad. Fuente: (Cerámica (pastas y vidriados). Claude Vittel. 1986, citado por, Barreto & Cárdenas, 2015, pág. 54)

Según su plasticidad

Existen dos tipos propiedades de la arcilla, la primera plástica y la segunda no plástica.

Según su fusibilidad

Existen dos tipos de arcillas, las refractarias y los fusibles o de alfarería. Las arcillas refractarias se caracterizan porque generalmente son blancas, grises y poco coloreadas después de la cocción, y su punto fusión esta entre los 1650 y 1750 °C, por el contrario, las arcillas fusibles o de alfarería se caracterizan por ser de color castaño, ocre, amarillo o marfil tras la cocción, su punto de fusión esta encima de los 1100 °C, y se utiliza para su elaboración ilita con caliza, óxido de hierro y otras impurezas (Barreto & Cárdenas, 2015).

Materiales y métodos

El siguiente laboratorio se realizó con base a muestras recolectadas en dos ladrilleras de Tunja-Boyacá. Se ejecutó el análisis fundamentado en la guía de límites de Atterberg y técnicas de caracterización (fundamentalmente estudio de rayos x). La presente investigación fue basada en la metodología de proceso bajo enfoque mixto, exploratorio, con diseño experimental, donde se planteó una serie de estudios adicionales que permitió caracterizar la clase de arcillas utilizadas en esta industria desde el punto de vista mineralógico, granulométrico, térmico y de sus propiedades de moldeo.

Por esta razón se llevó a cabo una intervención en dos ladrilleras de Tunja, con el fin de identificar las causas de los problemas que se han detectado en patologías de diversas edificaciones en el municipio y así poder establecer el proceso adecuado para la caracterización de las arcillas en la fabricación de materiales de construcción, en este caso específicamente el ladrillo.

Descripción de actividades desarrolladas

Los ensayos mecánicos se realizaron a partir de la norma (NTC 674), para la determinación del módulo de ruptura, a partir de muestras de arcillas puras de diferentes mezclas, tomadas en las ladrilleras objeto estudio (Muestras recolectadas), con lo cual se buscó obtener características apropiadas de la elaboración de ladrillos en buena calidad y utilización de nuevas estructuras del municipio de Tunja, estas fueron debidamente preparadas, formadas, secadas y caracterizadas.

Posteriormente, se establecieron física y mecánicamente los cerámicos derivados con las diferentes pastas, mediante la permeabilidad de agua y la densidad aparente (norma NTC 674)), así como la determinación del módulo de ruptura (norma NTC 417), teniendo en cuenta que los ladrillos cumplen funciones y por tanto tienen requisitos de calidad, por esta razón se tomó como base la normas NTC 4205 como criterio para la selección de la arcilla más adecuada para la fabricación de estos, respectivamente.

Así mismo, para poder obtener los métodos de las composiciones del material arcilloso, se utilizó los límites líquidos e índices de plasticidad (I.N.V. E – 126 – 13), con el método de prueba que cubre las determinaciones cuantitativas de la distribución de tamaño de las partículas de las fracciones finas de los suelos (I.N.V. E – 124 – 13).

Por último, se determinó las propiedades de las arcillas, la zonificación del sector, y el área potencialmente explotable con la correcta evaluación de los recursos, para que los titulares de la ladrillera tengan conocimiento de las posibles zonas de explotación y la cantidad de material presente, y así desarrollar de manera adecuada el aprovechamiento de la arcilla que se encuentra en el lugar.

En el desarrollo de la investigación se presentaron limitaciones para la realización de todos los ensayos por la disponibilidad de los laboratorios, a causa de que las máquinas en las que se podrían ejecutar se encuentran en mal estado y por tanto se tuvo que buscar y experimentar en otro laboratorio, lo cual implicó mayores costos de los contemplados al inicio del proyecto.

Localización

El Municipio de Tunja se encuentra ubicado sobre la cordillera Oriental, en la parte central del departamento de Boyacá, localizado a 05 o 32'7" de latitud norte y 37 o 22'04" de longitud oeste, con alturas que van desde los 2.700 m.s.n.m. hasta 3.150 m.s.n.m. en la parte más elevada, con una extensión de 121.4 Km², y una temperatura de 13oC. Limita por el NORTE

con los municipios de Motavita y Cóbbita, al ORIENTE con los municipios de Oicatá, Chivatá, Socará y Boyacá, por el SUR con Ventaquemada y por el OCCIDENTE con los municipios de Samaná, Cucaita y Sora.

Tunja Registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural: Barón Gallero, Barón Germania, Chorro blanco, El Porvenir, La Esperanza, La Hoya, La Lajita, Pirgua, Runta y Tras del Alto. Los ríos Jordán y la Vega, el primero que atraviesa la ciudad de sur a norte y el segundo que va de occidente a oriente, se consideran sus principales fuentes hídricas. Límites del municipio: Limita por el NORTE con los municipios de Motavita y Cóbbita, al ORIENTE, con los municipios de Oicatá, Chivatá, Socará y Boyacá, por el SUR con Ventaquemada y por el OCCIDENTE con los municipios de Samaná, Cucaita y Sora.

Extensión total: 121.4920 Km²; Extensión área urbana: 19.7661 Km²; Extensión área rural: 101.7258 Km²; Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2782; Temperatura media: 13° C

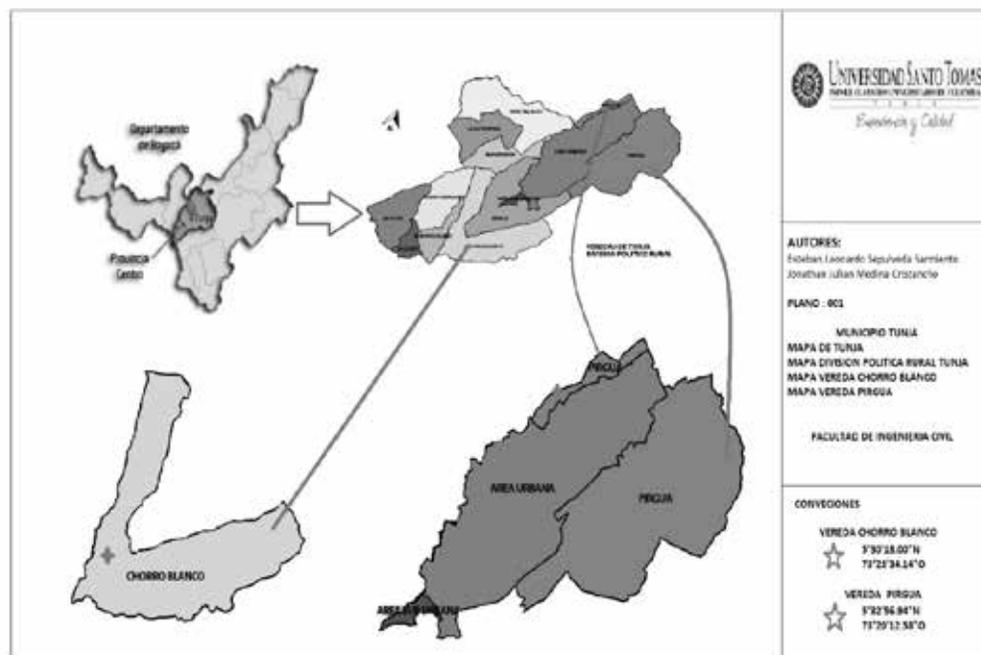


Figura 2. Mapa de Tunja. Fuente: Autores

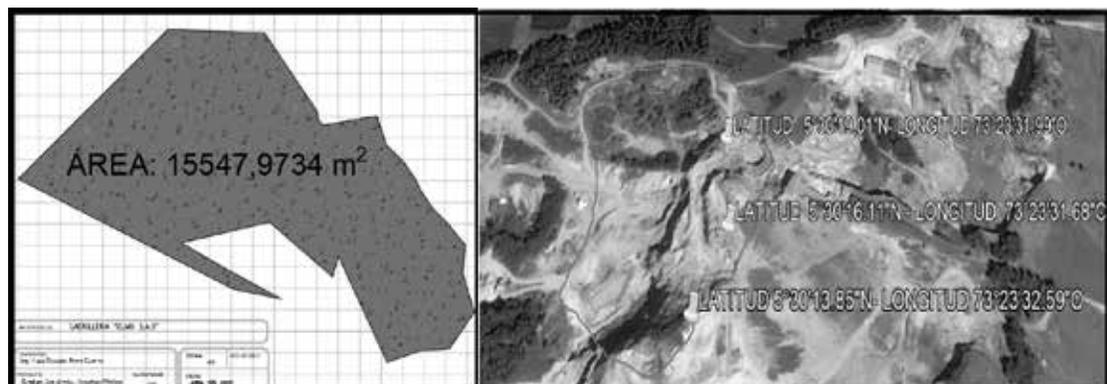


Figura 3. Mapa de toma de muestras ladrillera "sol". Fuente: Autores

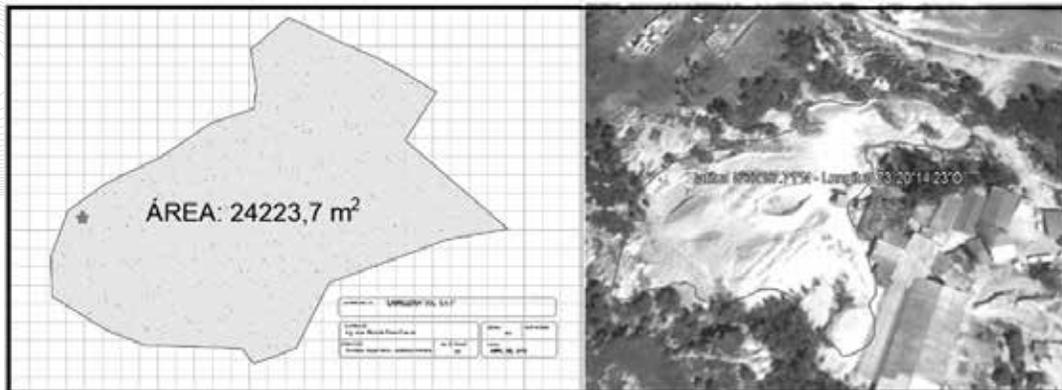


Figura 4. Mapa de toma de muestras ladrillera “Telmo”. Fuente: Autores

Geología

Formación Bogotá (Tb) Descripción de la Sección Tipo. La Formación Bogotá recibió este nombre de E. Hubach (1957), sin asignar a esta Formación sección tipo ni localidad. El espesor es de aproximadamente 120 m.

Consiste en una sucesión de arcillo litas abigarradas que forman horizontes más o menos gruesos, con intercalaciones de arenisca arcillosa de grano fino a medio, amarillentas, friables, en estratos que oscilan entre 0.15 a 1 m de espesor.

Descripción de la Sección Estudiada. En el área de estudio se observaron muy pocos afloramientos de esta secuencia, en los que se notó su mayor composición de material arcilloso. Forma parte del núcleo del Sinclinal Albarracín – Ventaquemada. Contactos: La Formación Bogotá supra yace a la Formación Cacho en forma concordante con un marcado contraste de dureza, y se encuentra en contacto discordante hacia su techo con depósitos recientes. Edad. Fue considerada por Van Der Hammen (1957) como Paleoceno, con base en datos palinológicos. Ambiente de Deposición. Esta secuencia se depositó en un ambiente lagunar cercano a la costa (Van Der Hammen).

RESULTADOS

Limites de Atterberg

LIMITES DE ATTERBERG				
Descripción	M1	M2	M3	M4
Límite Líquido:	40,21%	41,23%	40,21%	26,98%
Límite Plástico:	21,66%	21,68%	21,66%	18,26%
Indicé de Plasticidad :	18,55%	19,55%	18,55%	8,72%

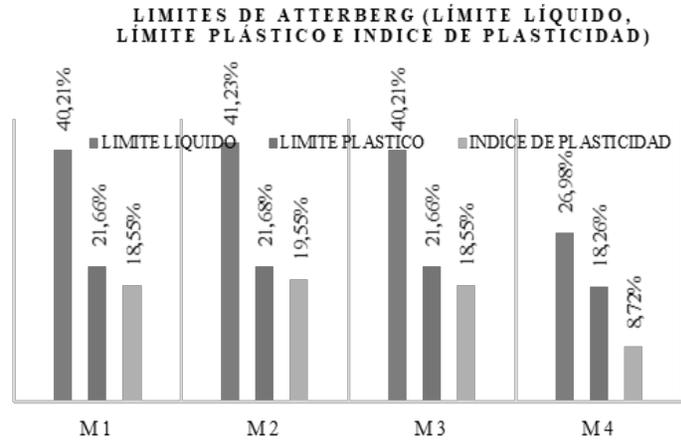


Figura 5. Límites de Atterberg. Fuente: Autores

La figura 5, representa los límites de Atterberg, la cual permite tener una idea del tipo de suelo que se está utilizando y su comportamiento plástico, el cual corresponde a: Arcillas M1, M2, M3 altamente plásticas, de igual manera podemos observar que la muestra M4 los contenidos de plasticidad son bajos como también lo es el límite líquido.

Esfuerzo – Deformación

Esfuerzo vs. Deformación	
Descripción Unidades	Qu máx.
Ladrillo1 (Kg/cm2)	0,13818
Ladrillo2 (Kg/cm2)	0,05891
Ladrillo3 (Kg/cm2)	0,02969
Ladrillo4 (Kg/cm2)	0,04831

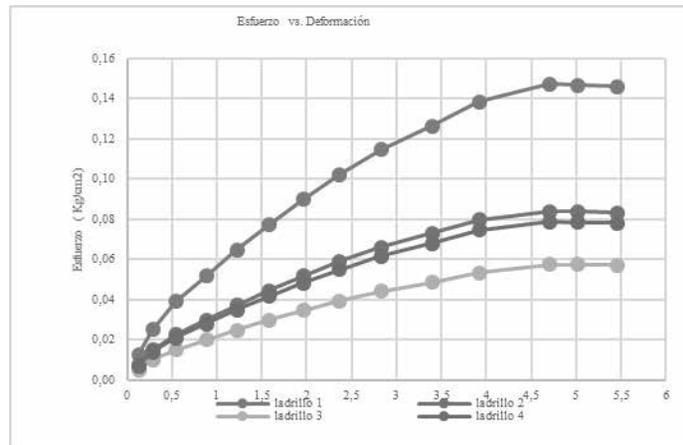


Figura 6. Esfuerzo vs. Deformación. Fuente: Autores

La resistencia a la compresión de la mampostería Qu máx. Para los ladrillos producidos en este sector, se puede estimar mediante la expresión (kg/cm²) y la fluctuación de estos resultados para cada fabricante se observa en la Figura 6, donde la máxima resistencia a la compresión de la mampostería esperada es de 0.138 kg/cm² que corresponde al ladrillo 1, y la menor resistencia a la compresión de la mampostería esperada es de 0.0296 kg/cm² ladrillo 3, con un valor promedio para 0.0687 kg/cm².

Humedad

HUMEDAD				
Muestra	M1	M2	M3	M4
Humedad	19,55%	14,19%	17,29%	14,89%

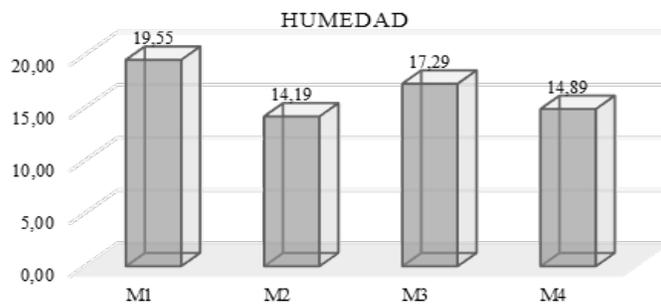


Figura 7. Humedad. Fuente: Autores

La Figura 7, representa el contenido de humedad vigente en cada una de las muestras, donde la muestra M1 presenta mayor contenido de agua (Humedad) de suelo dado la porosidad que puede contener las arcillas de igual manera la muestra M3 tiene un gran contenido de humedad.

Análisis mineralógico mediante difracción de rayos X - DRX

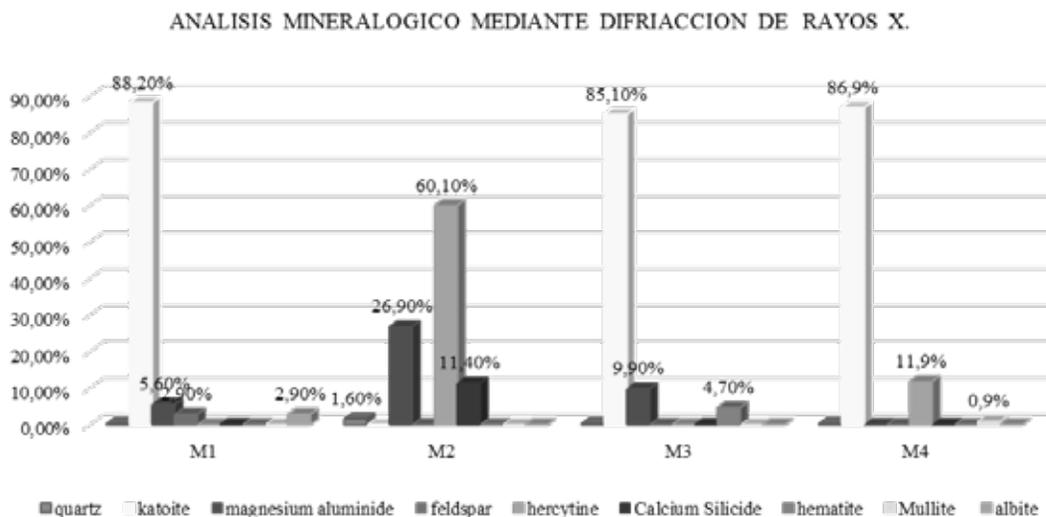


Figura 8. Análisis mineralógico mediante difracción de rayos x. Fuente: Autores

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis realizados sobre la muestra total, permiten observar que las muestras recolectadas presentan contenidos apreciables de catite, oscilan entre un máximo del 88.20 % (muestra 1) y el 0.6 % como mínimo (muestra 2). En conjunto todas las muestras analizadas pueden considerarse como margas o arcillas margosas. Por otra parte, los contenidos en cuarzo determinados son siempre bastante bajos, encontrándose como valor máximo un 0.30 % (muestras 1; 2 y3). Además de estos dos componentes, las muestras presentan contenidos muy variables de filosilicatos, que oscilan entre el 14 % y un máximo del 26 %.

No obstante, las muestras analizadas demuestran en su mayoría contenidos de arcillas superiores al 40 % según el ensayo de hidrometría. Entre el mineral dominante magnesio aluminada en 3 muestras (1, 2, 3) en contenidos que oscilan entre el 26.9 % (muestra 2) y el 9.9 % (muestra 3).

La resistencia a la compresión en ladrillos de arcilla cocida producida de forma manual tiene una resistencia a la compresión promedio de 18.427 Kgf/cm², el cual representa tan sólo el 9.75 % del valor esperado para 5 unidades, es decir, bajo para ser usado en edificaciones y genera una disminución en la fuerza de conjunto de la mampostería a la compresión además del módulo de elasticidad.

La humedad juega un rol importante en esta investigación, porque al comparar las muestras, se ve que la muestra M3, tiene resistencia normal y de corte mucho mayor que la de la muestra M1. Esto se debe a que la muestra M3, tiene menos contenido de humedad, las presiones de poro son menores dentro del suelo, lo que genera que las tensiones efectivas sean mayores.

La muestra M3, refleja un comportamiento distinto, como se aprecia en la gráfica, alcanza una resistencia normal menor que la probeta de suelo natural, lo que contradice el comportamiento de las muestras M1 y M2. Además, para esta muestra, la muestra M1 tiene un comportamiento más "dúctil", es decir, no se logra apreciar claramente

en qué punto está en tensión normal, y la muestra se sigue deformando sin haber una variación muy grande en la carga aplicada. Sin embargo, las muestras M1 y M2, se muestra más clara la tensión, siendo este mucho menor que el de la muestra M4 de la probeta de suelo. En el gráfico, se ve reflejado este comportamiento de la muestra.

Los problemas derivados de la materia prima pueden minimizarse considerablemente a partir del conocimiento detallado de su mineralogía y de los parámetros que influyen en su distribución. Conjuntamente se determina los posibles usos que se le dan a las arcillas y observar la economía del sector ladrillero de Tunja. Por este motivo, se planteó una serie de estudios adicionales que permitió caracterizar la clase de arcillas que se utilizan en esta industria desde el punto de vista mineralógico, granulométrico, térmico y de sus propiedades de moldeo.

RECOMENDACIONES

Con el fin de profundizar en la investigación, se recomienda realizar ensayos especializados como: MEB (microscopia electrónica de barrido), o SEM (scanning electron microscope), para así obtener imágenes de alta resolución de la superficie de las muestras trabajadas en la investigación.

De igual manera, con los resultados de laboratorio para determinar las propiedades del material arcilloso, ensayo de difracción de rayos X y MEB o SEM, se propone realizar una mezcla homogénea con los datos obtenidos de las muestras ya analizadas, para la fabricación de un ladrillo que supere el ensayo a compresión simple y a su vez sus propiedades sean las adecuadas antes y después de la cocción de piezas de arcilla, garantizar que estas unidades al ser utilizados estas no presenten ningún tipo de patologías en la obra.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo fue realizado bajo la supervisión del Ingeniero Juan Ricardo Pérez Cuervo y la ingeniera Ph.D; Sandra C. Díaz

Bello Ph. D. Ingeniería - Ciencia y Tecnología de los Materiales, a quienes les expresamos nuestros más profundo agradecimientos por su paciencia, tiempo, dedicación, apoyo y seguimiento brindado en nuestro proceso de formación y hacer posible la elaboración de este estudio.

REFERENCIAS

Barreto, Á., & Cárdenas, L. (2015). Cartografía geológica y caracterización de las arcillas en el contrato de concesión IHL-09581 Municipio de Chivatá-Departamento de Boyacá. Sogamoso: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

García , C., Saval, J., Baeza , F., & Tenza , A. (2009). Prácticas de Materiales de Construcción – I.T. Obras Públicas. Universidad de Alicante , 11.

Investigación y Educación en Enfermería. (2007). El resumen de un artículo científico: Qué es y qué no es. 25 (1), 14-17. Recupe-

rado el 10 de Marzo de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072007000100001&lng=en&tlng=es .

Ramírez, Y. (2012). Determinación de las fases presentes en pisos y revestimientos cerámicos a base de arcilla cocidos a diferentes temperaturas y su influencia en las propiedades técnicas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Sembenelfi , P. (1966). Los límites de Atterberg y su significado en la industria cerámica y ladrillera. L 'Industria Italiana dei Laterizi, 43.

U Rosario. (10 de MARZO de 2016). Ciencias humanas-guías de calidad académica. Obtenido de <http://www.urosario.edu.co/ciencias-humanas/GuiasdeCalidadAcademica/49c/>

Zea, N. L. (2005). Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.