

# Caracterización composicional y de resistencia a las calizas explotadas en las minas del Municipio de Bosconia, en el Departamento del Cesar

Compositional and resistant characterization Limestones exploited in the mines of the Municipality of Bosconia, in the Department of Cesar

Maria José Atencio Guerrero<sup>1</sup>, Yassuana Britto López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera de Minas Fundación Universitaria del Área Andina.  
matencio@estudiantes.areandina.edu.co.

<sup>2</sup>Fundación Universitaria del Área Andina. yabritto@areandina.edu.co.

 OPEN ACCESS



**Copyright:** © 2019 Ingenierías USBmed. La revista *Ingenierías USBmed* proporciona acceso abierto a todos sus contenidos bajo los términos de la licencia creative commons Atribución- no comercial- SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

**Tipo de Artículo:** Investigación científica y tecnológica.

**Recibido:** 10-07-2018.

**Revisado:** 16-01-2019.

**Aprobado:** 30-01-2019.

**Doi:** 10.21500/20275846.3619

**Referenciar así:** M. J., Atencio-Guerrero and Y., Britto-López. Caracterización composicional y de resistencia a las calizas explotadas en las minas del Municipio de Bosconia, en el Departamento del Cesar. *Ingenierías USBMed*, 10(1), pp.2-7, 2019.

**Declaración de disponibilidad de datos:** Todos los datos relevantes están dentro del artículo, así como los archivos de soporte de información.

**Conflicto de intereses:** los autores han declarado que no existen conflicto de intereses.

**Editor:** Yohana López Rivera, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia

**Resumen.** Una de las rocas sedimentarias con gran utilidad en la industria de la construcción, agricultura, manufactura, metalurgia, entre otras; es la roca caliza. La cual es materia prima para la fabricación del yeso, cal, cemento, concretos, estucos entre otros; debido a esto, la demanda para la obtención de dicho material ha aumentado en los últimos años, encontrándonos hoy con más demanda que oferta, lo cual hace importante que se obtenga un buen aprovechamiento teniendo en cuenta sus diferentes propiedades físicas y químicas. En el municipio de Bosconia, departamento del Cesar se encuentran en superficie rocas sedimentarias, las cuales están siendo extraídas por diferentes canteras tales como Minera de los Santos, Cantera Midas y Eliseo Cañón para su aprovechamiento industrial. En este artículo se determinaron mediante ensayos de fluorescencia de rayos x, mecánica y petrografía los diferentes usos de las Calizas aflorantes en dichas canteras, por medio de estos ensayos se evidencio que las calizas encontradas en la zona poseen una concentración de calcio entre 94.39% y 45.45%, sílice entre 35% y 2.88% y otros como Fe, K, Al, Mg y S que no superan el 1%; según las normas NTC 4915 [1] (ICONTEC) equivalente a la ASTM C 911-99 [2], la utilidad de las rocas extraídas en la mina Eliseo Cañón y Minera de los Santos es para descalcificación de agua, tratamiento de aguas e hipoclorito (blanqueador), y para pulpa de papel solo las de Eliseo Cañón. De igual forma se realizaron ensayos de compresión uniaxial, arrojando valores de compresión uniaxial: 6.3Mpa; 5.9Mpa; 4.9Mpa respectivamente.

**Palabras Clave.** Cantera, Compresión simple, Roca caliza, Característica, Fluorescencia de rayos X, Uso industrial.

**Abstract.** One of the sedimentary rocks with great utility in the construction industry, agriculture, manufacturing, metallurgy, among others; It's the limestone rock. Which is raw material for the manufacture of gypsum, lime, cement, concretes, stuccoes among others; Because of this, the demand to obtain this material has increased in recent years, finding ourselves today with more demand than offer, which makes it important to get a good use considering its different physical and chemical properties. In the municipality of Bosconia, Department of Cesar are on surface carbonate sedimentary rocks belonging to the Bud Group, which are being extracted by different quarries such as Minera de los Santos, Cantera Midas and Eliseo Cañón for good economic use. In this article were determined by X-ray fluorescence, mechanic and petrography tests the different uses of the limestone outcropping in these quarries, by means of these tests was that the limestone found in the area have a calcium concentration between 94.39% and 45.45%, silica between 35% and 2.88% and others such as Fe, K, Al, Mg and S that do not exceed 1%; According to the Norms NTC 4915 [1] (ICONTEC) equivalent to the reference ASTM C 911-99 [2], the usefulness of the rocks extracted in the mine Eliseo Cañón and Minera de los Santos is for water softening, treatment of waters and hypochlorite (Bleach), and for pulp of paper only the of Eliseo Cañón. Uniaxial compression tests were also performed, yielding uniaxial compression values: 6.3 MPa; 5.9 MPa; 4.9 MPa respectively.

**Keywords.** Quarries, Simple compression, Limestone, Features, X-ray fluorescence, Industrial application.

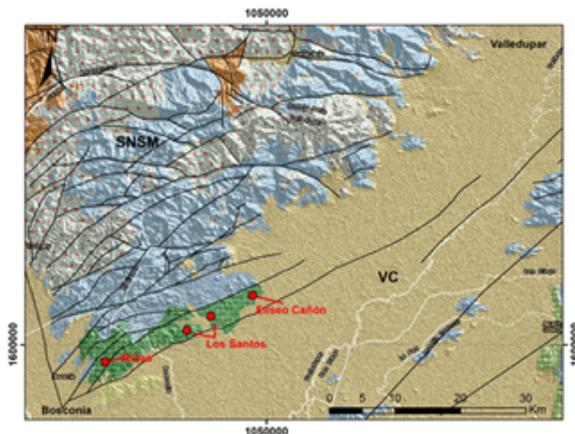
## I. Introducción

La presente investigación consigna los datos recolectados de las minas de los Santos, Midas y Eliseo Cañón, ubicadas en el municipio de Bosconia en el Departamento del Cesar. Se presentan, los resultados obtenidos en los ensayos de fluorescencia de rayos x y mecánicos de tres muestras extraídas de cada área de estudio, haciendo énfasis en las concentraciones químicas y las propiedades mecánicas de resistencia a la carga uniaxial. Los ensayos de fluorescencia de rayos x permiten determinar el contenido y la composición elemental de minerales en la roca. Por otra parte, las propiedades mecánicas permiten establecer las condiciones de estabilidad, deformación y resistencia de las rocas.

Por lo anterior, en el presente artículo se representa un reporte que caracteriza la geoquímica, mecánica y petrografía general de las rocas carbonatadas de las minas de los Santos, Midas y Eliseo Cañón, ubicadas en el municipio de Bosconia en el Departamento del Cesar. El reporte aporta nuevos datos sobre las propiedades del recurso, para promover su óptimo aprovechamiento.

## II. localización

Bosconia es un municipio colombiano localizado en la región noroccidental del departamento del Cesar (véase la Figura 1. En el municipio se extienden superficialmente y en el subsuelo rocas Ígneas y Sedimentarias cuyas edades varían desde el triásico hasta el cuaternario.



**Figura 1.** Localización de cada área de estudio (Canteras: Midas, Eliseo cañón y minera de los santos)

## III. Metodología

Para el desarrollo de la investigación se llevan a cabo diferentes etapas. Primero se ejecutaron búsquedas, recopilación y análisis de la información relacionada con la temática a tratar en el área de estudio. Seguidamente, se procede a un reconocimiento general del área, que permitiera la identificación de los diferentes tipos de litologías; se

tomaron muestras tamaño Bloque, usadas para conocer características Mecánicas de Compresión Simple. Finalmente, se realizan las descripciones petrográficas para determinar su textura y clasificación, obteniendo los ensayos de fluorescencia de rayos x para establecer la composición elemental de las rocas.

## IV. Marco Geológico Regional

El municipio de Bosconia según Colmenares et al. (2007) se caracteriza por sus grandes afloramientos del triásico, jurásico, cretácico y del cuaternario, en unidades y formaciones como: Espilitas Triásicas, Formación Guatapurí, Riodacita de los Tábanos, Calizas y Shales del Cretácico sin Diferenciar (agrupadas en el Grupo Cogollo) y Aluviones recientes [3].

### A. Espilitas Triásicas (TJs)

Se reconoce como pequeños cuerpos de apariencia basáltica que reposan en contacto neto o aparente discordancia sobre rocas de la Formación Guatapurí. Las “Espilitas Triásicas” presentan textura porfiroafanítica con cristales euhedrales y finos, de anfíboles y plagioclasa en una matriz vítrea de color verdoso, la roca parece estar substratificada y presenta características similares con algunos niveles basálticos de la Formación Guatapurí (TJg). Colmenares et al. (2007) y Tschanz et al. (1969) afirman que cuentan con una edad Triásico Tardío a Jurásico Temprano [3, 4].

### B. Formación Guatapurí (TRg)

La Formación Guatapurí aflora en la parte media del río Guatapurí, de donde toma su nombre. La unidad se puede dividir en dos conjuntos: una parte basal, predominantemente volcánica con algunas intercalaciones sedimentarias y una parte superior compuesta por limolitas rojizas a moradas, con intercalaciones de rocas volcánicas. La base está conformada por basaltos porfiríticos, basaltos andesíticos amigdaloides, andesitas, andesitas porfiríticas, volcánicos piroclásticos, keratófidos, espilitas y, ocasionalmente, brechas y conglomerados con cantos subangulares; este conjunto presenta colores de gris verdoso a gris claro que por meteorización se tornan anaranjados a rojizos [3].

### C. Riodacita de Los Tábanos (Jt)

La Riodacita de los Tábanos se describe originalmente por Tschanz et al. (1969) como tobas latíticas, tobas andesíticas de textura porfirítica, matriz vítrea color púrpura, con porfiroclastos de plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo; tobas riodacíticas, tobas traquíticas de textura porfirítica, matriz vítrea de color rosado, porfiroclastos de feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y tobas líticas con fragmentos de rocas vulcanoclásticas tamaño bloques, las tobas presentan altos porcentajes de calcita [?, ?]. Esta unidad Suprayace en contacto discordante a la Formación Guatapurí e infrayace a la “Riolita de Golero” y a las Calizas cretácica cuya edad K-Ar es de  $129 \pm 4$  m.a. [3].

#### D. Grupo Cogollo (Kmc)

Miller [5] y Julivert [6] utiliza este término para la Seranía de Perijá y el Valle del río Cesar; Miller [5] lo divide en “Cogollo Inferior” que consta de calizas, calizas arenosas y areniscas calcáreas y tendría una edad Barremiano-Aptiano, y “Cogollo Superior”, con calizas menos macizas y de estratificación más fina. Este grupo presenta variaciones de espesor importantes lo mismo que las formaciones Río negro y La Luna.

El Grupo Cogollo se observó en esta región constituido de base a techo por una potente secuencia de caliza gris azulosa y gris oscura, en capas medianas hasta muy gruesas, mayores de 5m, variando de “mudstone” a “grainstone”, con intercalaciones de lutitas negras carbonosas y abundante contenido de fósiles: bivalvos y otros restos de conchas. El grupo Cogollo está en contacto concordante bajo la formación La Luna y transicional sobre la Formación Ríonegro, o discordante sobre La Quinta [5, 6].

#### D. Aluviones recientes (Qal)

Los Aluviones recientes están caracterizados como depósitos de topografía suave y baja no consolidados, de arenas, gravas y guijarros en matriz lodosa, amarillo ocre, mal seleccionados, con cantos ígneos con plagioclasa, mica, cuarzo y fragmentos de rocas del batolito central. En general, estos depósitos contienen gravas hasta bloques de rocas metamórficas, ígneas plutónicas y volcánicas [3].

### V. Resultados

Para obtener los resultados se realiza el reconocimiento general de las canteras con mayor distribución y extracción de roca caliza en el municipio de Bosconia, las cuales son Cantera Midas, Minera De Los Santos y Eliseo Cañón. Dicho reconocimiento permite la toma de muestra de manera aleatoria a lo largo del frente de explotación del yacimiento de calizas. De igual forma, se identifican las diferentes litologías de las rocas existentes en superficie mediante petrografía macroscópica. A continuación, se describen los ensayos mecánicos y químicos que se aplican a las muestras recolectadas:

#### A. Petrografía

La petrografía realizada a cada una de las canteras arroja que: para la cantera Midas, se encuentran algunos bancos de arenisca consolidadas y calizas de color gris oscuro con bajo contenido en fósiles (< 10%), calcita euhedral y alto contenido en fragmentos líticos de variada composición (siliciclásticas, óxidos de hierro y magnesio). Según la clasificación de Dunham [7], aquellas rocas que poseen las características anteriormente mencionadas se nombran como Mudstone (véase la Figura 2).

La cantera de Los Santos presenta rocas carbonatadas de color gris claro masiva, cuyos bancos o estratos variaban de decenas de centímetros a metros, grano soportada con alto contenido en fósiles tipo bivalvo (> 50%), calcita cristalina

anhedral y fragmentos líticos en baja proporción. Según la clasificación de Dunham [7] este tipo de rocas se nombran como Grainstone (véase la Figura 3).

Para la cantera Eliseo Cañón, las rocas encontradas son carbonatadas de coloración gris parda, grano soportada con fósiles de tamaño variables de milímetros hasta 3 centímetros de tipo bivalvo, calcita anhedral y algunos óxidos; según la clasificación de Dunham [7], este tipo de rocas se nombran como Grainstone (véase la Figura 4). Estas rocas por su distribución geográfica mostradas en mapas del Ingeominas y las descripciones de los autores en [3, 5, 6] se asocian al Grupo Cogollo.



**Figura 2.** Contacto entre calizas y areniscas encontradas en la cantera Midas



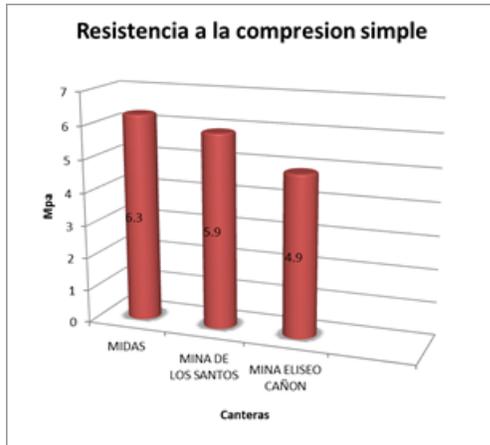
**Figura 3.** Frentes de explotación de la cantera Mina de Los Santos



**Figura 4.** Roca minada de la cantera Eliseo Cañón

**B. Ensayos Mecánicos**

Los ensayos mecánicos de compresión uniaxial que se realizan arrojan como resultado que las rocas carbonatada extraídas en las canteras Midas, Minera De Los Santos y Eliseo Cañon tienen una resistencia a la compresión uniaxial o puntal:  $6.3Mpa$ ;  $5.9Mpa$ ;  $4.9Mpa$ , respectivamente (véase la Figura 5).

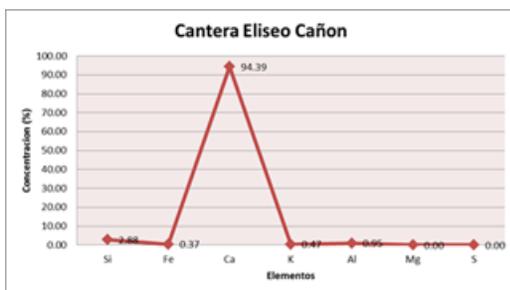


**Figura 5.** Resistencia en Mpa de las muestras tomadas en cada una de las canteras

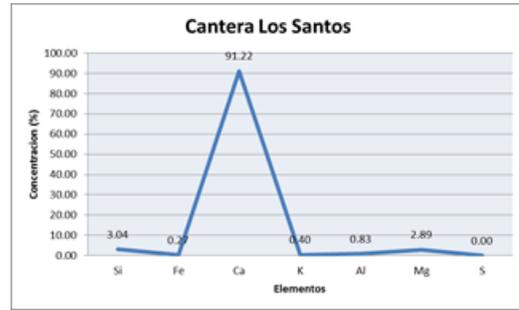
Lo anterior demuestra que las rocas extraídas en esta zona tienen una resistencia uniaxial blanda a muy baja, según clasificaciones ISMR [8] (Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas) y Bieniawski [9] (clasificación RMR).

**C. Composición química**

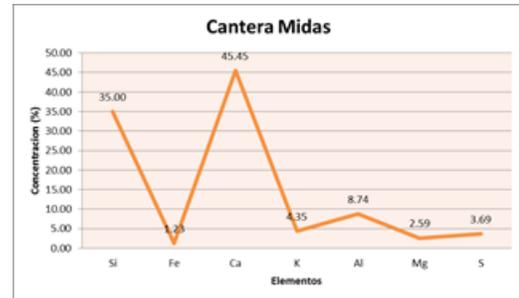
Los ensayos de fluorescencia de rayos x realizados a cada cantera arrojan que las rocas calcáreas encontradas en ellas varían en su composición, donde la cantera Eliseo Cañon contiene una concentración de Ca del 94.39%, Si del 2.88% y otros como Fe, K, Al, Mg y S que no superan el 1% (véase la Figura 6); la cantera de Los Santos presenta un concentración de Ca del 91.22%, Si del 3.04%, Mg del 2.89% y otros como Fe, K, Al y S que no superan el 1%, (véase la Figura 7); en la cantera Midas las concentraciones de Ca es del 45.45%, Si del 35%, Al del 8.74% y otros como Fe, K, Mg y S que no superan el 5% (véase la Figura 8).



**Figura 6.** Composición elemental de las calizas de la cantera Eliseo Cañon



**Figura 7.** Composición elemental de las calizas de la cantera Los Santos



**Figura 8.** Composición elemental de las calizas de la cantera Midas

**VI. Usos de la Caliza**

En el municipio de Bosconia, el uso común de la roca caliza es como componente calcáreo para fabricación de cemento y material de base y sub-base para construcción de vías. Sin embargo, a nivel nacional e internacional la roca Caliza se utiliza en diferentes áreas por su composición química y características mecánicas (véase la Figura 8) entre las que se encuentran:

**A. Construcción**

**1. Agregado pétreo en asfalto**

La caliza se utiliza como materia prima de agregados pétreos en la construcción de carreteras [10]. Los parámetros de evaluación de la caliza son la resistencia al impacto, resistencia a la abrasión, la porosidad y forma.

**2. Concretos y estucos**

La caliza molida en tamaños adecuados reemplaza la arena en concretos, estucos y materiales de construcción como ladrillos, bloques, etc. De igual forma, se utiliza cal hidráulica en mezclas con agua, para producir materiales plásticos a bajo costo. Para este uso se requiere calizas de baja ley, con alto contenido de materiales arcillosos, sílice, alúmina y óxido de hierro. La calcinación de las calizas se realiza a temperaturas elevadas para obtener una adecuada razón cal-sílice, proceso que genera las propiedades hidráulicas a la cal, mediante la calcinación química de óxido de calcio y sílice [10].

## B. Agricultura

La caliza se usa para el tratamiento de suelos ácidos, agregando nutrientes como calcio y magnesio. También, se usa como relleno en fertilizantes y componentes de pesticidas, donde la cal es mezclada con arsénico y azufre [10].

## C. Manufactura

### 1. Carga

Dadas las propiedades de la caliza, fácil de moler, no tóxica y generalmente de color blanco, es extensivamente usada como carga en la elaboración del papel, plásticos y pinturas, con el propósito de otorgar volumen y consistencia a los productos. La industria azucarera consume calizas para la elaboración de cal viva, la cual se requiere para el proceso de refinación del azúcar. La caliza también es utilizada en otros procesos de manufactura como son cerámica, grasas lubricantes y refinación de petróleo [10].

### 2. Procesos químicos

La fabricación de ceniza de soda por medio del proceso Solvay, donde la ceniza de soda es materia prima para la elaboración de innumerables compuestos químicos [10].

### 3. Fabricación de carburo de calcio

El carburo de calcio se produce al calentar una mezcla de cal y carbón a  $3000^{\circ}\text{C}$  en un horno eléctrico y es un acetiluro que produce acetileno por hidrólisis. El acetileno es materia prima en la industria de plásticos y químicos. El carburo de calcio se utiliza en la aplicación de cianurida cálcica, que se utiliza como fertilizante nitrogenado [10].

### 4. Agente blanqueador

La cal es usada en la fabricación de cloruro de calcio o hipoclorito de calcio, los cuales son utilizados como agentes blanqueadores industriales. Acevedo, H. [10].

## D. Metalurgia

Los minerales calcáreos como calizas y dolomitas se utilizan en procesos metalúrgicos en forma directa o como cal. En esta industria se consume más del 30% del total de la producción mundial de caliza. Los parámetros más importantes en las aplicaciones metalúrgicas son la ley de carbonato expresado como porcentaje de CaO, el contenido de impurezas y las pérdidas por calcinación [10].

### 1. Fundente

La caliza en la metalurgia se utiliza principalmente como fundente y purificador del vidrio y del acero. También, constituye la base de los fundentes en el piro metalurgia del cobre, plomo, zinc, manganeso, arsénico y antimonio. Por último, la caliza se usa en la refinación de bauxita para producir alúmina y posteriormente aluminio [10].

### 2. Regulador de pH

Se utiliza la cal en procesos hidrometalúrgicos del oro, plata, uranio y cobre [10].

## E. Medio ambiente

El uso de la caliza tiene un beneficio en los tratamientos de agua potable, industriales y de desecho. Así mismo, se utiliza para de desechos industriales. Además, permite mejorar la calidad en el tratamiento de agua, eliminando bacterias y ayudando a mantener el apropiado pH para una eficiente oxidación biológica de las aguas de desecho (véase la Tabla 1) [11].

**Tabla 1.** Principales usos de la caliza

<b>Construcción</b>
Agregado pétreo en asfalto
Concretos y estucos
Base y sub-base para construcción de vías
<b>Agricultura</b>
Tratamiento de suelos ácidos
Relleno de fertilizantes y componentes de pesticidas
<b>Manufactura</b>
Carga
Grasas lubricantes y refinación de petróleo
Elaboración de cal viva
<b>Procesos químicos</b>
Fabricación de carburo de calcio
Agente blanqueador
<b>Metalurgia</b>
Fundente
Regulador de pH
<b>Medio ambiente</b>
Tratamientos de agua potable, industriales y de desecho
Tratamientos de aguas de desecho
Tratamientos de desechos industriales

## VII. Conclusiones

Petrográficamente las rocas calcáreas encontradas en las tres canteras según la clasificación de [7] son: para la cantera Midas Mudstone, para las canteras Eliseo Cañón y Los Santos como Grainstone. Estas rocas por su distribución geográfica mostradas en los mapas del Ingeominas y las descripciones de autores como [3, 5, 6] se asocian al Grupo Cogollo. Los ensayos de compresión uniaxial arrojan que las rocas carbonatadas extraídas en la zona de estudio tienen una resistencia a la compresión de:  $6.3\text{Mpa}$ ;  $5.9\text{Mpa}$ ;  $4.9\text{Mpa}$ , respectivamente. Estas rocas según clasificaciones ISMR [8] (sociedad internacional de mecánica de rocas) y Bieniaswki [9] (clasificación RMR) tienen una resistencia uniaxial muy baja.

En cuanto a la composición de las rocas, los ensayos de fluorescencia de rayos x arrojan que las rocas calcáreas encontradas en ellas varían mucho en su composición, donde la cantera Eliseo Cañón contiene una concentración de Ca del 94.39%, Si del 2.88% y otros como Fe, K, Al, Mg y S

que no superan el 1%; la cantera de Los Santos presenta un concentración de Ca del 91.22%, Si del 3.04%, Mg del 2.89% y otros como Fe, K, Al y S que no superan el 1%; en la cantera Midas las concentraciones de Ca es del 45.45%, Si del 35%, Al del 8.74% y otros como Fe, K, Mg y S que no superan el 5%.

Teniendo en cuenta la composición química de las rocas de las canteras estudiadas se establecen los usos a partir de las normas NTC 4915 [1] (ICONTEC) equivalente a la referencia ASTM C911-99 [2], donde la utilidad de las rocas extraídas en la mina Eliseo Cañón y Minera de los Santos es para descalcificación de agua, tratamiento de aguas e hipoclorito (blanqueador), y para pulpa de papel solo las de Eliseo Cañón. Las rocas de la cantera Midas no fue posible establecer usos mediante esta norma.

## VIII. Trabajos futuros

Con esta investigación se busca aportar nuevos conocimientos para el futuro con respecto a recursos o minerales que tiene un alto potencial en el mercado con la finalidad de aumentar su producción para diferentes industrias.

A partir de esta investigación pueden surgir investigaciones basadas en el uso de la caliza para distintas industrias, teniendo en cuenta sus propiedades químicas y mecánicas.

## Referencias

- [1] N. 4915, “Cementos. especificaciones para la cal viva, cal hidratada y caliza para usos químicos,” 2001.
- [2] ASTM, “Standard specification for quicklime, hydrated lime, and limestone for chemical uses. designation: C911-99,” 2002.
- [3] F. Colmenares, A. Mesa, J. Roncancio, E. Arciniegas, A. C. M. Pedraza, A. Romero, C. Silva, S. Alvarado, O. Romero, and A. Vargas, “Geología de la plancha 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26,27, 33 y 34. proyecto: evolución geohistórica de la sierra nevada de santa marta,” 2007.
- [4] C. Tschanz, A. Jimeno, and C. Vesga, “Geology of the sierra nevada de santa marta area (colombia),” 1969.
- [5] J. Miller, “Directrices tectónicas en la sierra de perijá y partes adyacentes de venezuela y colombia,” *Bol. Geol. Minist. Min. Hidroc., publ. esp.*, no. 3, pp. 685–718, 1960.
- [6] M. Julivert, *Lexique stratigraphique international: Colombie. Fasc. 4a.* Centre National de la Recherche Scientifique, 1968.
- [7] R.J.Dunham, “Clasificación de las rocas de carbonatos de acuerdo a la textura de deposición,” *Asociación americana de geólogos de petróleo*, pp. 108–121, 1962.
- [8] E. Brown, *Rock characterization testing and monitoring.* No. BOOK, Pergamon press, 1981.
- [9] Z. Bieniawski *et al.*, “The geomechanics classification in rock engineering applications,” in *4th ISRM Congress, International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering*, 1979.
- [10] R. Guerra and H. Acevedo, “Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la región metropolitana,” 2005.
- [11] *Perfil De Mercado De La Caliza.* No. BOOK, Coordinación general de minería, 2013.