

# EVALUACIÓN MINERA INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL YACIMIENTO DE CALIZAS, SECTOR CODAZZI – LA JAGUA DE IBÍRICO, CESAR

(Mining integral evaluation of the quality of the deposit limestone, Sector Codazzi – La Jagua de Ibérico, Cesar)

Tatiana Juliao Lemus

Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas INZIT, Venezuela, Caracas, tatianajuliao@yahoo.es

(Recibido Mayo 8 de 2007 y aceptado Noviembre 20 de 2007)

<p><b>Resumen:</b></p> <p>El Capítulo Cesar Guajira de la Sociedad Colombiana de Geología y la Gobernación del Cesar en convenio con MINERCOL y el Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT), Venezuela, Caracas, realizaron un estudio de exploración geológica básica con el objetivo de conocer la calidad, potencialidad y distribución de los recursos calcáreos en un área de 240 km<sup>2</sup>, localizada al Nororiente del Departamento del Cesar, en el piedemonte de la Serranía de Perijá que incluye los municipios Codazzi, Becerril y La Jagua de Ibérico.</p> <p>Los resultados permitieron definir que el recurso presenta unas muy buenas condiciones de calidad para la fabricación de cemento, material ornamental y otros productos, además de importantes reservas con un total de 4.3x10<sup>9</sup> ton del producto calcáreo, lo que permite deducir la posibilidad del montaje de una planta cementera para la región.</p>	<p><b>Abstract:</b></p> <p>The Cesar-Guajira Chapter of the Colombian Society of Geology and the Government of the Cesar in Cooperation with MINERCOL and the Zuliano Institute of the Technological Research (INZIT), Venezuela, have done an study on basic geological exploration whih the purpose of knowing the quality, potencial and distribution of the limestone resources within an area of 240 km<sup>2</sup> which is located at the Northeast of the Cesar Departament (State) on the foothill of the Perijá mountain range and that involves the small towns of Codazzi, Becerril and La Jagua de Ibérico.</p> <p>The study results came up whit the definition that the resource presents good quality conditions for cement manufacture, ornamental material and other products, besides important reservations with a total of 4.336*961.900 tons of limestone product, this is what it can be deduced that is does exist the possibility of building a cement plant for the region.</p>
<p><b>Palabras clave:</b> Geología, Cesar, Investigaciones Tecnológicas, Recursos calcáreos.</p>	<p><b>Key words:</b> Geological, Cesar, Technological Research, Limestone Resources.</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

El plan de Ordenamiento y Desarrollo Minero del departamento del Cesar, -adelantado mediante un Convenio suscrito entre la Gobernación del Cesar, Minercol y el Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT), Venezuela, Caracas-, permitió conocer la existencia de importantes yacimientos calcáreos en el norte y nororiente del Departamento.

El proyecto permitió la determinación de la calidad y cantidad de reservas y estableció la posibilidad de concretar el montaje de una industria cementera en la región, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Trabajos geológicos previos: se realizaron estudios de carácter regional que confirmaron la existencia de dichos depósitos calcáreos en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá (INGEOMINAS 1995 y 1997).

Otros estudios permitieron definir las unidades cretácicas que afloran en el área y que corresponden a la Formación Río Negro, Formación Cogollo y Formación La Luna, que descansan sobre sedimentos jurásico-triásicos de la Formación La Quinta, afectados por una dirección tectónica NE-SW. (Cáceres et al., 1980; IGAC 1966, INGEOMINAS 1995 y 1997).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

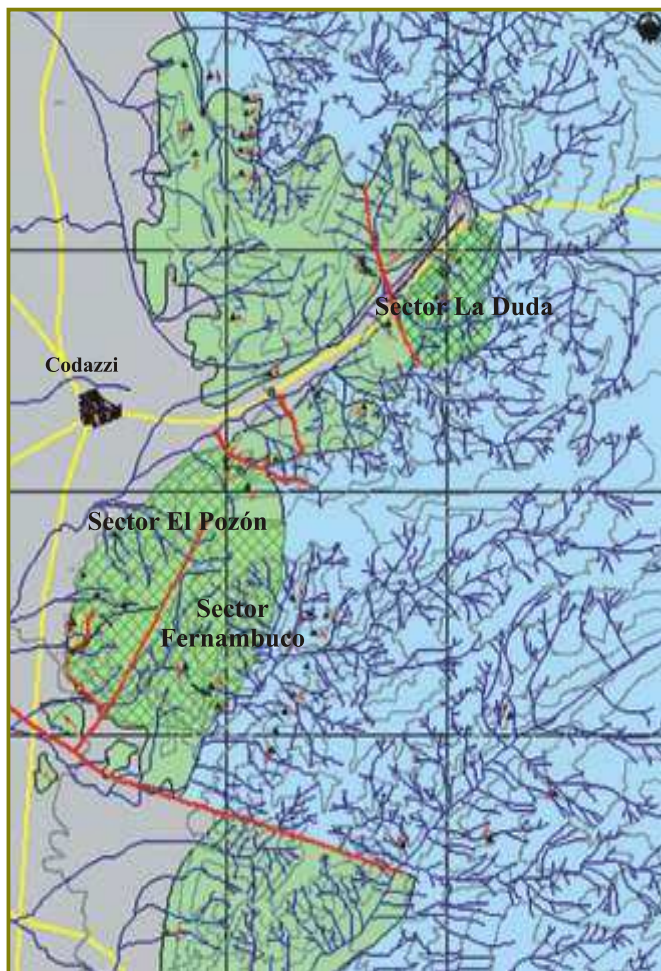
Se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación bibliográfica.
- Levantamiento topográfico.
- Visitas geológicas de campo con el fin de verificar contactos, ubicación de estructuras y demás información geológica.
- Elaboración del mapa geológico.
- Procesamiento, representación e interpretación de la información.
- Realización del informe final.

El estudio geológico se realizó en un área de 240 km<sup>2</sup> ubicada en el extremo norte de Colombia, en la Cordillera Oriental, Serranía de Perijá, entre las poblaciones de la Jagua de Ibérico, Becerril y Codazzi, en el extremo oriental del departamento del Cesar. Las coordenadas del área de estudio son: Norte 1°610.000- 1°590.000 y Este 1°090.000- 1°105.000 (del IGAC) (ver figura 1).

El muestreo se realizó en 64 estaciones localizadas en el área de estudio, donde se recolectaron 98 muestras y se seleccionaron 14 para este trabajo. Para la evaluación del recurso se levantaron columnas estratigráficas en las áreas seleccionadas, posteriormente se realizaron ensayos físico-mecánicos, gravimétricos y petrográficos. Para determinar la composición de CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe, Na, K y S, se emplearon técnicas de Difracción de Rayos X y Absorción Atómica.

*Potencial de Depósito:* teniendo en cuenta el análisis geológico estructural y el contenido de las columnas levantadas en cada uno de los sitios escogidos y considerando la topografía existente, se pudo adelantar el cálculo mínimo de las posibles reservas como se muestran en la tabla 1.



**Figura 1.** Localización de la región más septentrional del área de estudio situada en el municipio de Codazzi, Departamento del Cesar.

**Tabla 1.** Reservas posibles para las áreas de estudio detallado. ESP: ESPESOR.

Sector	Formación	Área (m <sup>2</sup> )	ESP (m)	Reservas Posibles (Toneladas)
Fernambuco - Nueva Granada	Base del Cogollo Inferior	9'691.000	25	392'485.500
La Duda - Magiriaimo	Miembro Cogollo Inferior, Flanco Oriental	4'714.800	50	381'898.800
El Pozón	Miembro Cogollo Inferior	9'561.400	350	3.562'485.500
<b>Reservas Posibles Totales</b>				<b>4.336'961.900 Toneladas</b>

### 3. RESULTADOS

Para la evaluación de los resultados se utilizaron las clasificaciones NTC 5163 (ICONTEC), por traducción a la norma ASTM C 51-02 y NTC 4915 (ICONTEC) equivalente a la referencia ASTM C 911-99.

Se obtuvo el mapa geológico a escala 1:25000 donde se ubicaron las áreas seleccionadas como estratégicas para estudios más detallados (ver figura 2).

A continuación se detallan los resultados de las áreas estudiadas.

#### 3.1 Sector Fernambuco – Nueva Granada

Se efectuaron análisis para 4 muestras. Como se observa en la figura 3, la muestra M1 C-3 se consideran biomicitas atestadas. Es importante aclarar que las muestras recolectadas se tomaron en roca superficial, en sitios donde la meteorización ya se encontraba afectando por algunos de los componentes de la caliza, dado que la dureza alta no permitía su extracción.

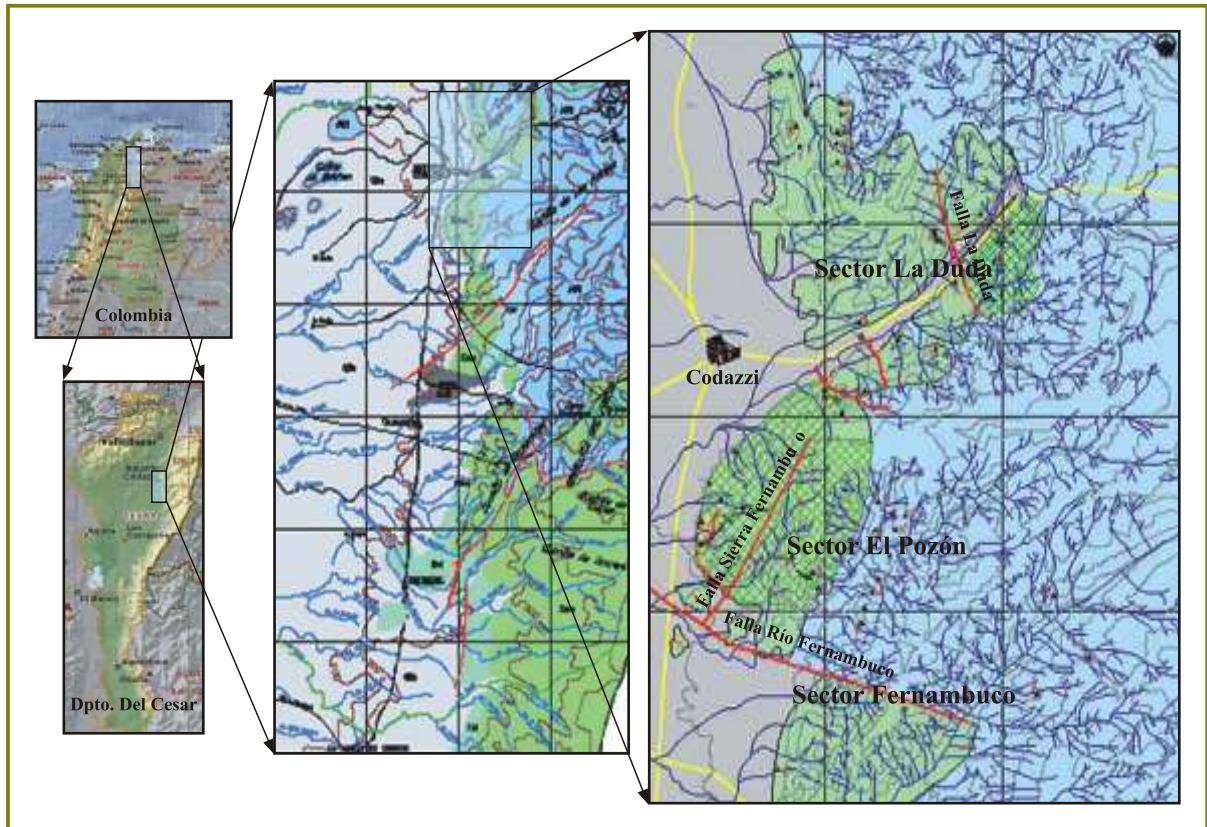
En consecuencia, se puede deducir que las muestras recolectadas, al no ser frescas un 100%, presentarán menor calidad y pureza.

El contenido de carbonatos es el mayor de toda el área, entre 75.6 y 85.3% según los resultados gravimétricos y de 89.7 a 92.69% en difracción de rayos X, indicando calizas de baja pureza a impuras.

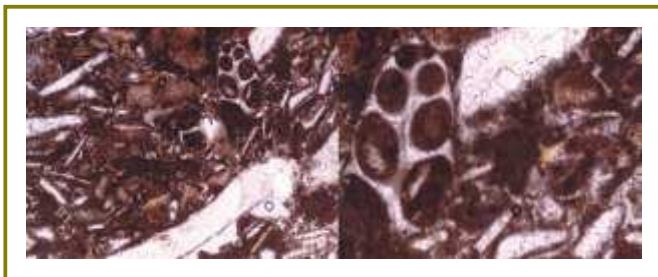
El contenido de sílice oscila entre 2.7 y 8% como resultado de los métodos gravimétricos y promedios de 3% para los análisis de difracción de rayos X.

Se determinó un bajo contenido de hierro que osciló entre 0.43 y 0.62%, los contenidos de azufre (S) también fueron bajos entre 0.25 y 0.31% (ver figura 4).

El contenido de Mg es muy bajo (<0.8%), favoreciendo las condiciones para su utilización en la industria cementera.



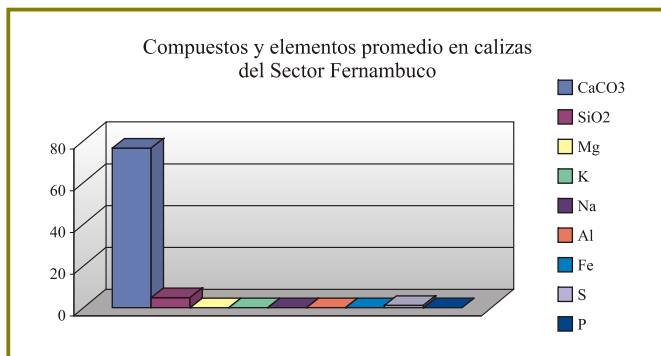
**Figura 2.** Mapa Geológico del área de estudio. Color verde: Formación Cogollo (potencial calcáreo). Color azul: Formación La Quinta.



**Figura 3.** Microfotos de la muestra MIC-3 recolectada en el Sector Fernambuco – Nueva Granada.

Los análisis físicos inferen una gravedad específica real entre 2.29 y 2.46 con una resistencia a la compresión de 4926 a 10344 psi, de lo que se puede deducir que estas las calizas se encuentran por debajo de los límites establecidos por las especificaciones estándar.

La figura muestra la diversidad y abundancia de microfauna, fragmentos aloquímicos (valvas, conchas, espinas) de equinodermos y moluscos, esqueletos completos de foraminíferos y radiolarios rellenos de calcita. En marrón: moluscos y algas coralinas (nicoles paralelos, 8X). La microfotografía que se muestra en la figura 5 muestra el detalle de un foraminífero biseriado (nicoles paralelos, 20X).



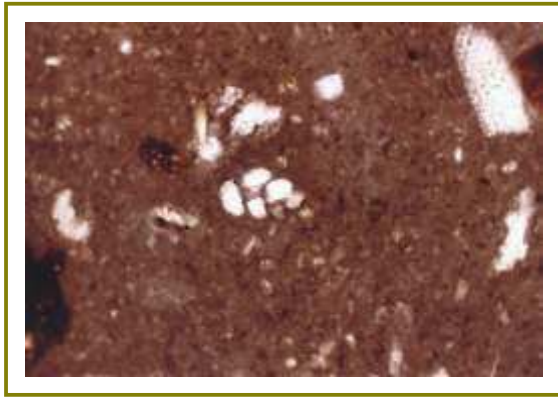
**Figura 4.** Elementos en las calizas del Sector.

Se descarta el uso en producción de cal y sus derivados teniendo en cuenta el estado de pureza de las muestras analizadas.

Sin embargo, la evaluación de los resultados indica que el yacimiento calcáreo presenta muy buenas condiciones para la fabricación de cemento, como agregado y en la industria ornamental.

### 3.2 Sector El Pozón

En este sector se efectuaron 4 análisis de rocas muestreadas en una columna estratigráfica levantada a lo largo de la quebrada del mismo nombre. Las calizas se consideran biomicritas (ver figura 5) según Folk, 1975.



**Figura 5.** Microfotografía de una caliza del sector El Pozón.

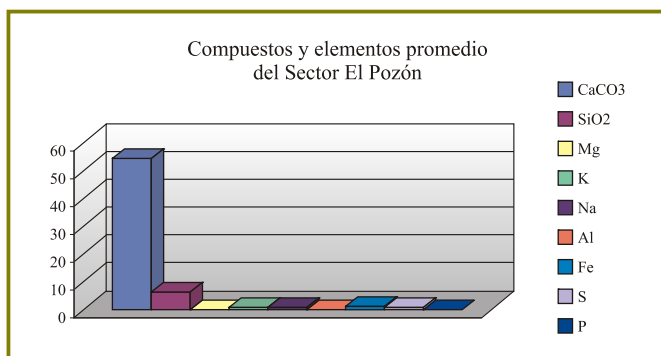
La muestra se clasifica como Biomicrita según Folk, 1975. Se aprecia al centro un foraminífero biseriado embebido en una matriz micrítica con recristalización de calcita local (puntos blancos). Los fragmentos de color café corresponden a valvas de moluscos (nicoles paralelos, 8X).

El contenido de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) es el más bajo de las áreas seleccionadas, con cantidades variables entre 49-65%, indicando que corresponden a calizas impuras según la clasificación del contenido de  $\text{CaCO}_3$ .

El contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) oscila entre 4.3 y 7% denotando contenidos un poco menores a los exigidos por las especificaciones para cemento, el Hierro (Fe) permite variaciones entre 0.75 y 1.12%.

El azufre (S) es relativamente bajo, entre 0.87 y 1.16%. El contenido de Mg es muy bajo con promedios de 0.5%, lo que favorece las condiciones en la preparación de cemento (ver figura 6).

Las propiedades físicas, mecánicas, químicas y petrográficas de las calizas, además de conferirle su utilización en la industria cementera, permiten su uso en la industria de los agregados y la ornamentación.

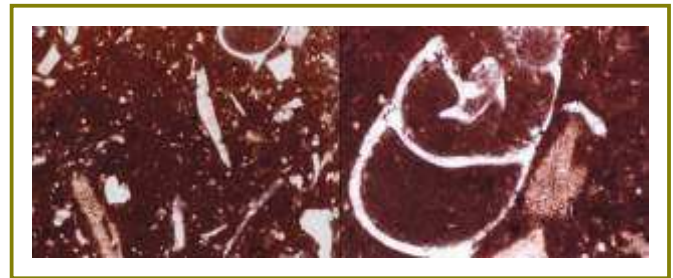


**Figura 6.** Elementos en las calizas del Sector El Pozón.

Las pruebas físicas denotan una gravedad específica real entre 2.27 y 2.73, una resistencia a la compresión de 6461 a 7159 psi, relacionando a las calizas con promedios cercanos a los límites establecidos por las especificaciones estándar.

### 3.3 Sector La Duda

Se efectuaron análisis para 3 muestras consideradas Biomicritas atestadas, Según Folk (1959-1962) (ver figura 7).



**Figura 7.** Microfotos de M45C-3.

La muestra está constituida por bioclastos de equinodermos, algas, fragmentos de conchas y espinas, microfósiles de foraminíferos y radiolios embebidos en lodo calcáreo (micrita), moderadamente sorteada de distribución bimodal (nicoles paralelos, 8X). En la microfotografía de la derecha, se aprecia el detalle de microfósil en matriz micrítica (nicoles paralelos, 20X).

El contenido de carbonatos oscila entre 73.46 y 77.64% según los resultados gravimétricos y promedios de 84% en difracción de rayos X, indicando calizas impuras.

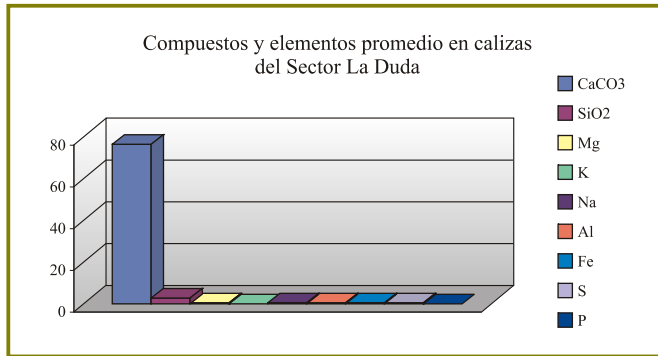
El contenido de sílice es el más bajo de las áreas seleccionadas, entre 2.93 y 3.12% según el método gravimétrico y con promedios de 2% para los análisis de difracción de rayos X, denotando contenidos mucho menores a los exigidos por las especificaciones para cemento.

A pesar de esto, en algunos tipos de cemento se puede tratar el material químico para aumentar el contenido de sílice y hacer efectivo su uso.

El contenido de hierro (Fe) es bajo, entre 0.35 y 0.86% y los contenidos de azufre (S) bajos entre 0.87 y 1.16%.

Adicionalmente, el contenido de Mg es muy bajo (<0.9%) aumentando las posibilidades de su utilización en la industria cementera (ver figura 8).

Los análisis físicos infieren una gravedad específica real entre 2.04 y 2.27, una resistencia a la compresión de 4221 a 8494 psi, de lo que se puede deducir que las calizas presentan valores más bajos que los límites establecidos por las especificaciones estándar.



**Figura 8.** Elementos en las calizas del Sector La Duda.

Las calizas de este sector poseen una buena calidad y se consideran aptas para la preparación de varios tipos de cemento y como agregados para la construcción; (>75% de CaCO<sub>3</sub> y <3% de MgO), a pesar de un contenido de sílice bajo (alrededor de 3%).

Las características físicas, químicas y petrográficas le confieren su principal utilización en la ornamentación.

### 3.4 Sector San Ramón – Río Magiriaimo

El Sector San Ramón – Río Magiriaimo se encuentra ubicado al norte del Sector La Duda, y presenta algunas características interesantes como son la potencialidad del recurso y la pertenencia a una continuidad del Sector La Duda, -que es quizás, el Sector estratégico con mejores condiciones para explotación y comercialización-.

Se efectuaron análisis para 2 muestras consideradas biomicitas atestadas con alteración local de esparita, según Folk (1959-1962) (ver figura 9).

Se observan fragmentos de conchas y espinas pertenecientes a equinodermos y artrópodos, rellenos de calcita.

En la parte inferior derecha, se observan fragmentos de un braquiópodo, distinguido por la foliación interna. La matriz es pseudospar por neomorfismo.

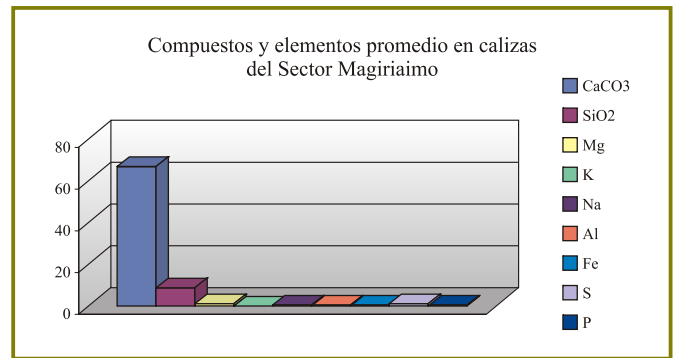


**Figura 9.** Microfotos de muestra M14C-1 en el Sector San Ramón-Magiriaimo.

El contenido de carbonatos oscila entre 65.23 y 67.02% según los resultados gravimétricos y promedios de 75% en difracción de rayos X, indicando calizas impuras.

El contenido de sílice es el más bajo de las áreas seleccionadas, (entre 7.45 y 9.42%) según el método gravimétrico y con promedios de 6.5% para los análisis de difracción de rayos X, denotando contenidos cercanos a los exigidos por las especificaciones para cemento.

El contenido de hierro (Fe) es relativamente bajo, entre 0.73 y 1.12% al igual que los de azufre (S) que oscilan entre 0.91 y 1.12% (Figura 10).



**Figura 10.** Compuestos y elementos en las calizas del Sector Magiriaimo – San Ramón.

El contenido de Mg es muy bajo (<1%), favoreciendo las posibilidades de su utilización en la industria cementera.

Los análisis físicos inferen una gravedad específica real entre 2.04 y 2.77, con una resistencia a la compresión de 4221 a 8494 psi, de donde se puede inferir que las calizas se encuentran por debajo, pero cerca de los límites establecidos por las especificaciones estándar.

La caracterización de las rocas permite deducir que las propiedades físicas reales son mucho más altas que los datos que reflejan los análisis de laboratorio.

Por lo tanto, entre los usos de estas calizas se pueden incluir aquellos que requieren gran dureza, resistencia y compactación; como en agregados y materiales para construcción. Se descarta el uso en producción de cal y sus derivados teniendo en cuenta el estado de pureza de las muestras analizadas.

Los análisis realizados demuestran que las calizas de donde provienen las muestras dan un rango de aceptable a bueno para los usos industriales. Así se daría prioridad a la ornamentación, aunque también son aptas para la fabricación de cemento y agregados para carreteras y construcciones.

## 4. CONCLUSIONES

Las evaluaciones realizadas para los sectores estudiados, indican que estas calizas poseen buenas condiciones para la fabricación de cemento, aunque se pueden utilizar además en la industria de la ornamentación y los agregados para la construcción.

## 5. REFERENCIAS

- Agemces (1966). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Minero del Cesar. Gobernación del Cesar - Ecocarbón.
- Arango J. (1980). Elementos Tectónicos del Valle del Cesar. Geología Norandina.
- Astm (1989). Designation Standard and Specification for Portland Cement. Normas
- Astm Designation: C 911-87 (1987). Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime and Limestone for Chemical Uses.
- British Geological Survey. (2002). Especificaciones típicas requeridas por los agregados en carreteras. Especificaciones estándares de Inglaterra y USA.
- Cáceres, H.; Camacho, R.; Reyes, J. (1980). Guide book to the geology of the Ranchería Basin. Sociedad Colombiana de Geólogos y Geofísicos.
- IGAC, (1966). Características Geográficas del departamento del Cesar.
- Ingeominas (1995). Estudio Hidrogeológico y Ambiental del Departamento del Cesar. Convenio Corpocesar-Ingeominas.
- Ingeominas, (1997). Mapa Geológico del departamento del Cesar.
- Norma Técnica Colombiana. (NTC 4915 de 2001-03-21). Cementos. Especificaciones para la cal viva, cal hidratada y caliza para usos químicos. Icontec.
- Norma Técnica Colombiana. (NTC 5163 de 2003-05-28). Terminología relacionada con cal y caliza. Icontec.

# 1 No es tan complicado

Vol 1 No 1  
Diciembre  
2005

- Exploración Geofísica con sondeo eléctrico vertical de polarización inducida en la corteza ferromagnética de Moa, Holguín, Cuba. María del Carmen Fuentes
- Reflexiones sobre los parámetros y métodos de diseño de estructuras geotécnicas en suelos finos arcillosos. Heyder Carlosama López
- Tacómetro digital analógico para motores con microcontrolador. Nelson Barrera Lombana
- Control de posición de un móvil inmerso en un prototipo de túnel de viento vertical. Oscar Mauricio Hernández Gómez
- Estimación de movimiento, una aplicación de la visión artificial. Oscar Iván Higuera Martínez
- Introducción a la tecnología del habla, principios básicos en el reconocimiento automático del habla. Leila Natalia Díaz Salcedo
- Estaciones automáticas agrometeorológicas y agroclimáticas. Alexander Gómez Bello
- Aproximación a la producción industrial de biodiésel: metilester o ésteres metílicos de ácidos grasos. Nelson Mendivelso, Alejandro Palacios, Leonel Romero Pérez
- El manejo y disposición final de aceites usados a la sombra de la legislación colombiana en áreas urbanas. Aura Leticia Chaves Romero
- Características geológicas, geofísicas y geotécnicas del subsuelo de Sogamoso. Heyder Carlosama López, Sandra Liliana Pérez Rueda
- Plataforma para educación virtual basada en problemas en ingeniería de control. Carlos Andrés Ramos Paja, José Miguel Ramírez Scarpetta

# 2 Ciencias de la Tierra

Vol 2 No 1  
Julio  
2006

- Análisis de vibraciones por efecto de voladura. Luis H. Pinto M.
- Estudio experimental del proceso industrial "Caron", en la empresa de níquel, moa, Holguín, Cuba. Alberto Turro Breff
- Gravimetría del subsuelo de Sogamoso. Heyder Carlosama López
- Diseño del control digital y difuso de velocidad de un molino de bolas. Oscar I. Higuera M.
- Estudio hidrogeoquímico del valle de Sogamoso, Boyacá, Colombia. Laura T. Castro G.
- Estudio de las propiedades físico mecánicas del mineral laterítico influyente en los transportadores de banda. Roberto Sierra Pérez
- Instrumentación virtual en un laboratorio de mecánica de suelos y rocas, La ViMSR. Montaña Quintero Henry
- Agricultura de precisión, planificación mediante sistemas de información geográfica. Jiménez López Andrés Fernando
- Algunas experiencias en la explotación minera por bancos múltiples en yacimientos lateríticos. Orlando Belete F.
- Aplicación de un SIG en la zonificación preliminar de amenazas por FRM en el municipio de Recetor, Casanare. Jenny Rincón P.
- Tipos de curvas de sondeo eléctrico vertical en presencia de acuíferos, Boyacá, Colombia. Gehovell Y. Rodríguez V.

# 3 Electrónica y Procesos Industriales

Vol 3 No 2  
Diciembre  
2006

- Inversor monofásico mediante el uso de un convertidor Buck, para motor de inducción, a partir de una batería de 12 voltios. Nelson Barrera Lombana
- Biblioteca virtual con Matlab para la simulación de sistemas multivariados industriales. Daniel Guzmán del Río, Luis Delfin Rojas Purón, Cleto de Souza Cavalcante Leal, José Luiz Sansone
- ASAC, una aplicación desarrollada para la prestación de servicios de red inteligente a través de internet. Juan Carlos Muñoz Pérez, Juan Pablo Castro Pérez
- Amplificador a bajo ruido LNA a 1.9 GHz. Jorge Julián Moreno Rubio, Libardo Enrique Hernández Rangel
- Algunos efectos de la gestión tecnológica en la producción industrial y el papel de la educación para su apropiación en Colombia. Fredy Enrique Alvarado Benavides
- Diseño de un controlador lógico programable basado en un microcontrolador Motorola. Wilson Javier Pérez Holguín, Álvaro Fernández Acevedo
- Análisis y diseño de controladores Pi vectorial, óptimo LQR, h-infinito para un sistema de suspensión magnética. Oscar Oswaldo Rodríguez Díaz, Fabián Rolando Jiménez López
- El método GPR (Ground Penetrating Radar) en diferentes estudios del subsuelo. Fredy Alexander Fonseca Benítez
- Una aproximación al concepto y evolución de la logística. Consuelo Ruiz Cárdenas
- Diseño y construcción de un prototipo robótico móvil romboidal para seguimiento de línea. Gustavo Andrés Jiménez Vargas, Oscar Ernesto Pérez Castillo
- Análisis y diseño de sistema de control de nivel para dos tanques interconectados aplicando desigualdades matriciales lineales (LMI's). Oscar O. Rodríguez Díaz, Juan Mauricio Salamanca

# 4 Ciencias de la Tierra

Vol 4 No 1  
Julio  
2007

- Diferentes usos de las dunitas en la industria metalúrgica en Cuba. José Alberto Pons Herrera, Carlos Alberto Leyva Rodríguez
- Relación entre los medios de depósito y los ensayos químicos en los carbones de Samacá, Boyacá (Colombia). Jaime Humberto Suescún Torres
- Determinación de los modelos de velocidad de partículas en voladuras. Luis Humberto Pinto Morales, María del Carmen Fuentes F.
- Influencia de los procesos de carga del mineral laterítico en los transportadores de banda. Roberto Johan Sierra Pérez, Mario Feliú Rosado
- Métodos geofísicos para la prospección, exploración y evaluación de mineral de hierro. Sandra Marcela Castro Gaitán, Gehovell Yadira Rodríguez Vega
- Disposición y descripción de las manifestaciones de diatomita, sector Tunja-Chivatá (Boyacá-Colombia). Oscar Armando Gavidia Albarracín, Mery Luz Muñoz Yáñez, Wilson E. Naranjo M.
- Modelación física en dimensiones reducidas de muros de contención en tierra armada con geotextil. Jairo Martín Espitia López, Ana Carolina Ramírez Ruiz, José Rodrigo Méndez Zuluaga
- Geología y mineralogía de yacimientos de caolín en el departamento de Boyacá. Sandra Rocío Manosalva Sánchez, Wilson Enarío Naranjo Merchán
- Parámetros y regímenes de hidrot transporte de mineral laterítico aplicados en una empresa de níquel. Raúl Izquierdo Pupo
- Caracterización de diatomita por difracción de rayos X. Carlos E. Vargas Infante, Gabriela Jiménez Sánchez, Wilson Enarío Naranjo Merchán
- Gestión del conocimiento y riesgos de desastres desde una perspectiva local. Carmen Delia Almaguer Riverón, Allan Pierra Conde

# 5 Electrónica y Procesos Industriales

Vol 5 No 2  
Diciembre  
2007

- Clasificación de coberturas en imágenes satelitales multispectrales mediante autómatas celulares con conceptos de agricultura de precisión. Andrés Fernando Jiménez López
- Determinación de parámetros de un robot móvil de lego Mindstorms®. María Luisa Pinto Salamanca, Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez
- Diseño y construcción de un prototipo piloto automatizado para la producción de biodiésel en Colombia. Óscar Ferney Pérez, Víctor Alejandro Palacios, Leonel Romero Pérez, Nelson Barrera
- Diseño de un controlador LMI-I basado en optimización para un helicóptero de dos grados de libertad. Óscar Iván Higuera Martínez, Juan Mauricio Salamanca
- Plataforma web genérica para la gestión de referencias bibliográficas utilizando RFID. Eduardo Avendaño Fernández
- Reducción de interferencias en señales ECG aplicando filtros digitales IIR. Gerardo Tibamoso Pedraza
- Teoría de colas y su aplicación en el diseño de centrales telefónicas. Hermán Fernández González
- Sistemas algebraico-diferenciales: análisis y control. Juan Mauricio Salamanca, Oscar Iván Higuera Martínez, José Miguel Ramírez
- Diseño e implementación de un amplificador de potencia RF a 1.748 GHz - área de ingeniería. Jorge Julián Moreno Rubio, Will Amaya Medina, Libardo Enrique Hernández
- Prototipo para la medición de la distorsión armónica total. David Mauricio Valderrama, Óscar Hernández
- Estudio y modelado de una plataforma robótica móvil diferencial. María Luisa Pinto Salamanca, Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez