

# **PON N° 92-USO DE MATERIAS PRIMAS COLOMBIANAS PARA EL DESARROLLO DE BALDOSAS CERAMICAS CON ALTO GRADO DE GRESIFICACIÓN**

**Carlos Ríos R<sup>1,3</sup>, Javier Rincón<sup>2</sup>, Oscar J. Restrepo<sup>3</sup>, Juan Carda<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Euroceramica S.A - Email: [crios@euroceramica.com](mailto:crios@euroceramica.com)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá - Email: [xavirincon@gmail.com](mailto:xavirincon@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia sede Medellín - Email:

[ojrestre@unalmed.edu.co](mailto:ojrestre@unalmed.edu.co)

Universidad Jaime I, Castellón, España - Email: [carda@qio.uji.es](mailto:carda@qio.uji.es)

## **RESUMEN**

A partir de la caracterización de materias primas Colombianas se desarrollaron formulaciones de pasta de gres porcelánico con base en la mezcla de feldspatos, arcillas (illítico caoliniticas) y cuarzo, que permitieron la obtención de baldosas con alta resistencia a la abrasión, baja porosidad, elevadas características mecánicas, impermeabilidad y resistencia al ataque químico y al congelamiento.

Este proyecto permitió seleccionar materias primas locales provenientes de minas nacionales con énfasis en arcillas, caolines, feldspatos y cuarzos, se determinaron las características químicas, mineralógicas y físico cerámicas a las materias primas seleccionadas, se formularon composiciones de pasta y se efectuaron análisis físico-cerámicos y térmicos correspondientes y finalmente se definieron, a nivel de laboratorio, las condiciones óptimas de trabajo en cada uno de los procesos de molienda, atomización, prensado, esmaltado y cocción.

Se realizó un estudio de selección de materias primas colombianas. Para el estudio de las pastas, se consiguieron 23 muestras de materias primas, provenientes de minas de Euroceramica, materiales de exploración y de explotación comercial. A dichos materiales se les efectuó caracterización mineralógica por Difracción de rayos X; caracterización química a partir de Fluorescencia de rayos X, análisis térmico DTA-TG, análisis dilatométrico, análisis microestructural por microscopia electrónica SEM, análisis tamaño de partícula; y evaluación de propiedades físico cerámicas mediante la determinación de curvas de gresificación, resistencia mecánica, plasticidad y deformación pirolástica

Con esta caracterización individual de los materiales se realizaron formulaciones evaluadas en un intervalo de temperaturas comprendidas entre 1090 °C y 1200°C teniendo en cuenta una optimización energética, mediante la inclusión de materiales fundentes y al mismo tiempo se consideraron diferentes materiales arcillosos con alto contenido en hierro que permitieran reducir el costo de la composición obtenida, sin afectar la blancura de la pieza cocida. Estos resultados se evaluaron por medio de la medición de coordenadas colorimétricas en espectrofotómetro.

Se logró correlacionar los resultados y el comportamiento en formulación de cada una de las materias primas incluidas y obtener unas condiciones óptimas de proceso encaminado hacia un escalamiento a nivel industrial para poder ofrecer este producto en el mercado Colombiano e internacional, y reducir parte de la importación de porcelanato a Colombia.

**Palabras clave:** Gres porcelánico, curvas de gresificación, caracterización de materias primas, materias primas colombianas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El gres porcelánico es el tipo de baldosa que más crece en el mercado internacional de materiales de revestimiento cerámico, tanto así, que en Colombia se importan 12 millones de metros cuadrados al año [1]. La expansión de su producción en el país se considera muy probable, con lo que se prevé la necesidad de materias primas adecuadas y estandarizadas, y asociadas a una mayor exigencia técnica de fabricación.

Las pastas para conformación de baldosas cerámicas consisten principalmente en una mezcla de arcillas plásticas (ball clays), semiplásticas, feldspatos, y arenas de cuarzo. La composición química puede variar en función del tipo de fundentes (feldspatos sódicos o potásicos) y del posible uso de potenciadores en la sinterización (es decir, compuestos alcalinotérreos, como dolomita, talco o wollastonita) o fritas vitrocerámicas (p. ej. los sistemas  $\text{CaO-ZrO}_2\text{-SiO}_2$ ,  $\text{CaO-MgO-SiO}_2$ ,  $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ). [2]

En este estudio se pretendió desarrollar las condiciones técnicas y económicas para producir baldosas cerámicas de pasta de cocción blanca, con características técnicas de gres porcelánico, a partir de materias primas colombianas.

## 2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para la fabricación de gres porcelánico de origen Colombiano se realizó inicialmente la selección de materia primas locales, las cuales fueron caracterizadas química, térmica, física y mineralógicamente. Con estos resultados se seleccionaron los más apropiados para luego ser evaluados en formulaciones de pasta. A estas composiciones se les efectuó las mismas pruebas que a los materiales individuales y se definieron las condiciones más apropiadas para lograr los requisitos establecidos por las normas internacionales.

### 2.1 Caracterización mineralógica

La composición de fases cristalinas en los polvos de los materiales de partida así como en los productos cocidos se determinó a través de DRX, empleando un difractómetro X'pert PRO MPD Panalytical de la U. Nacional sede Medellín, con ánodo de Cu y a un voltaje de 40 kV con una intensidad de 40 mA. Los difractogramas se realizaron en un rango  $2\theta$  de 5 a  $80^\circ$ . Sólo se realizó un análisis cualitativo.

### 2.2 Caracterización química

El análisis químico se llevó a cabo en la U. Jaime I de España; lo cual se hizo a los polvos de los materiales de partida a través de fluorescencia de rayos X (FRX). Se determinaron las pérdidas por calcinación después de someter las arcillas a  $900^\circ\text{C}$ .

La tabla 1 presenta las composiciones químicas de algunas de las materias primas analizadas.

MATERIAL	COMPOSICION (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PPC
ARCILLA ARC	58,62	25,32	0,09	0,37	1,46	2,97	1,22	0,71	4,80
CUARZO	91,67	0,92	0,03	0,06	0,02	0,03	0,06	0,08	3,10
FELDESPATO	67,23	16,38	0,53	0,10	4,39	5,58	0,06	0,21	0,83
ARCILLA OI	54,83	26,35	0,03	0,93	0,51	4,27	1,31	0,94	6,23
TALCO	52,51	3,99	1,30	26,97	0,00	0,03	0,12	6,64	3,20

Tabla 1. Composición Química de materias primas analizadas

### 2.3 Caracterización físico-cerámica

Para las materias primas individuales y las formulaciones propuestas se determinó comportamiento reológico, contenido de carbonatos, plasticidad, expansión postprensado, absorción de agua, contracción en seco, contracción en quema, distribución de tamaño de partícula (DTP), formación de corazón negro y resistencia mecánica en quema. De igual forma se construyeron curvas de gresificación.

### 2.4 Análisis térmico

Se identificaron los cambios físicos y/o químicos producidos durante la cocción y las transformaciones que pueden alterar la composición química. Para esto se efectuó análisis termogravimétrico diferencial (DTG), análisis térmico diferencial (ATD) y análisis dilatométrico.

### 2.5 Composiciones de pasta

Con base en los resultados obtenidos en la caracterización individual de materias primas, se plantearon formulaciones de pasta, tal como se observa en la tabla 2.

MP	BLC 0603	BLC 0802	BLC 0909
ARCILLA ARC	20,00%	20%	50%
CUARZO	10,00%	5%	
FELDESPATO	40,00%	40%	45%
ARCILLA OI	30,00%	35%	
TALCO			5%

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Análisis mineralógico

Los resultados obtenidos en el análisis mineralógico por DRX a los materiales muestran los picos característicos para arcillas illítico caoliniticas (figuras 1(a), 1(b)), feldspato potásico y cuarzo (figuras 1(c), 1(d)).

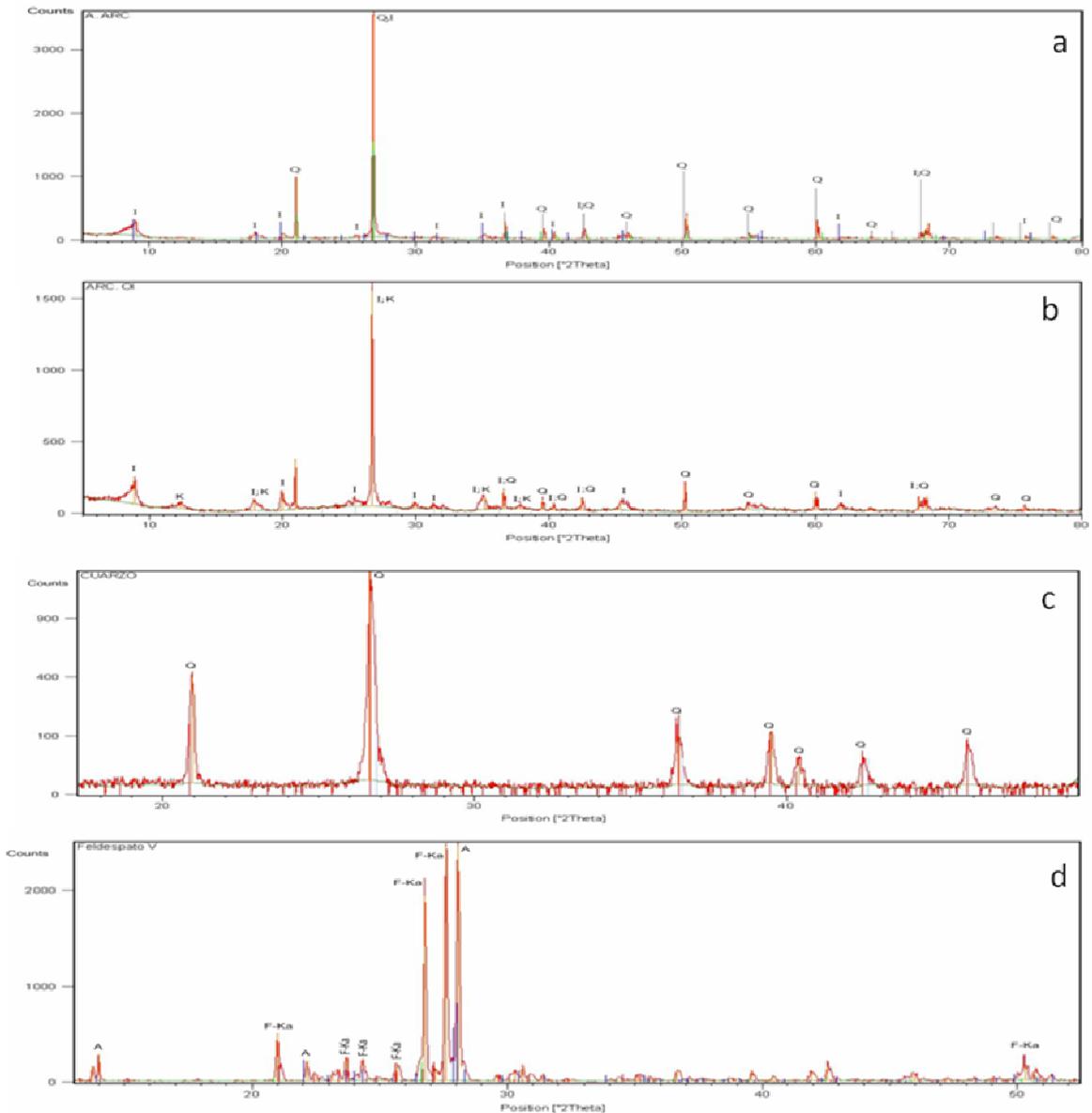


Figura 1. Análisis mineralógico por DRX de los materiales (a). arcilla ARC, (b) arcilla OI, (c) cuarzo y (d) feldspato V

### 3.2 Análisis térmico

Para la arcilla ARC se observa una pérdida de peso constante desde los 300°C hasta los 550°C, intervalo donde se observan dos picos endotérmicos importantes a 366°C y 466°C que posiblemente se deben a la eliminación de materia orgánica y grupos hidroxilos. Se evidencia un pequeño pico endotérmico a 573°C debido a la transformación alotrópica del cuarzo  $\alpha \rightarrow \beta$ . Hacia la zona de 950°C se observan algunos picos exotérmicos que se pueden originar en la cristalización de Mullita.

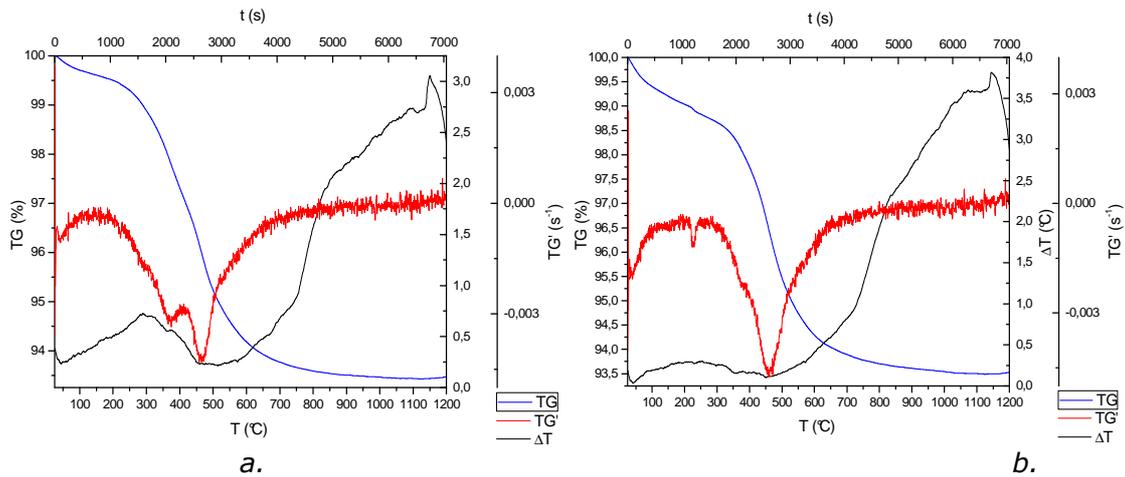


Figura 2. Curvas de ATD – TG – DTG (a) arcilla ARC, (b) arcilla OI

La arcilla OI (figura 2(b)) presenta un pico endotérmico a 230°C en la curva DTA, acompañado por una pérdida de peso en las curvas TG- DTG, lo que evidencia una pérdida de agua libre.

Un pico endotérmico a 355°C puede originarse en la volatilización de algún tipo de impureza como materia orgánica. Entre los 400°C y 550°C se observa una pérdida relevante de peso, con un pico endotérmico centrado en 458°C indicando la pérdida de grupos hidroxilos. A partir de 565°C a 573°C se observa el cambio alotrópico de cuarzo ( $\alpha$ ) a cuarzo ( $\beta$ ).

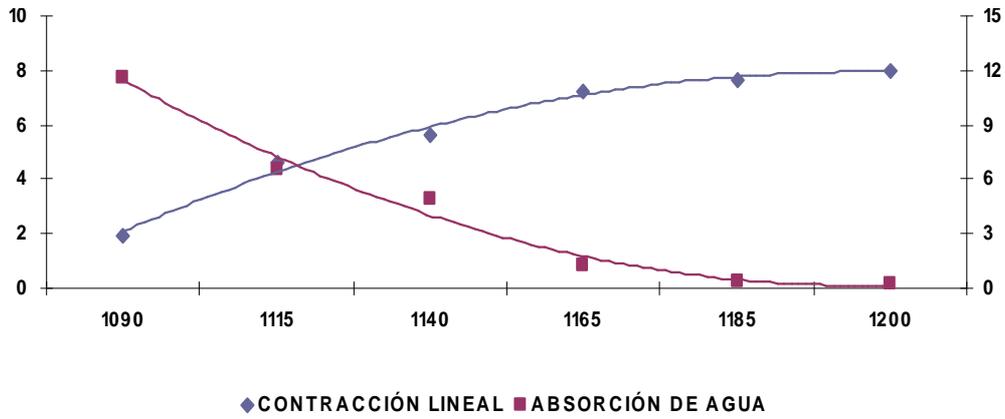
### 3.3 Composiciones de pasta

Se realizó la respectiva caracterización físico-cerámica de las composiciones planteadas y fundamentados especialmente en las curvas de gresificación de cada una de las formulaciones. Para cada uno de los casos se cumplió las condiciones de absorción de agua según la norma ISO 13006, inferior a 0.5%. De igual forma las resistencias mecánicas superiores a 450 kg/cm<sup>2</sup> (Tabla 3).

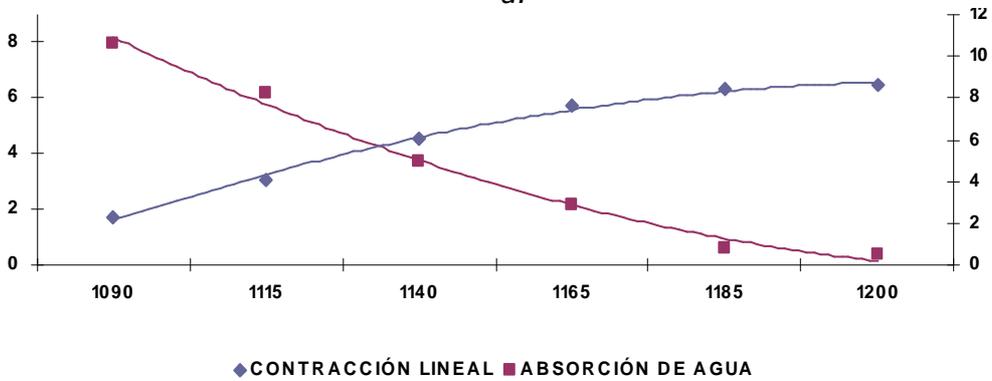
COMPOSICIÓN	T (°C)	A.A (%)	C.L (%)	R. MCA (kg/cm <sup>2</sup> )
BLC 06-01	1185	0,41	7,64	550
BLC 08-02	1200	0,45	6,47	587
BLC 09-09	1185	0,06	8,71	485

Tabla 3. Resultados de caracterización de composiciones de pasta

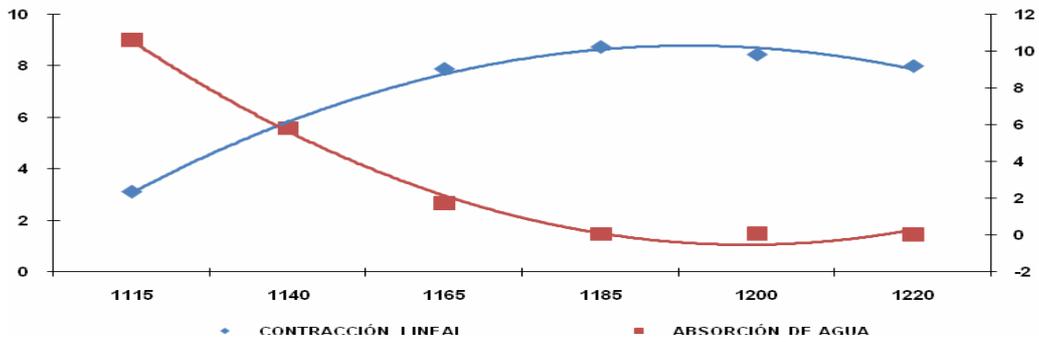
En la figura 3 se puede detallar la curva de gresificación para cada una de las composiciones de pasta formuladas.



a.



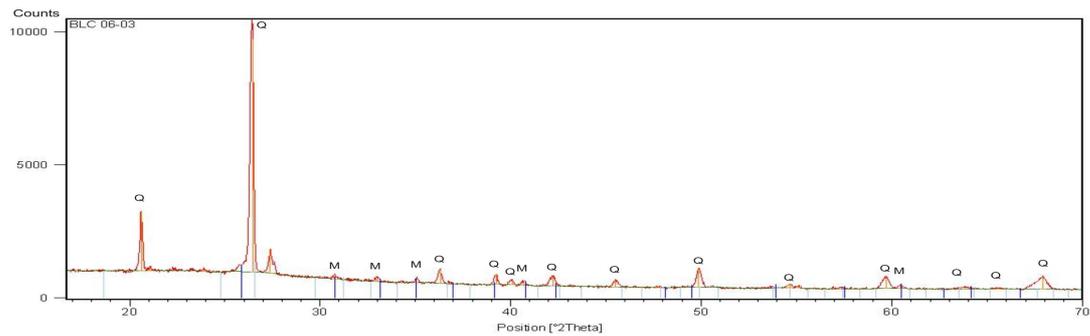
b.



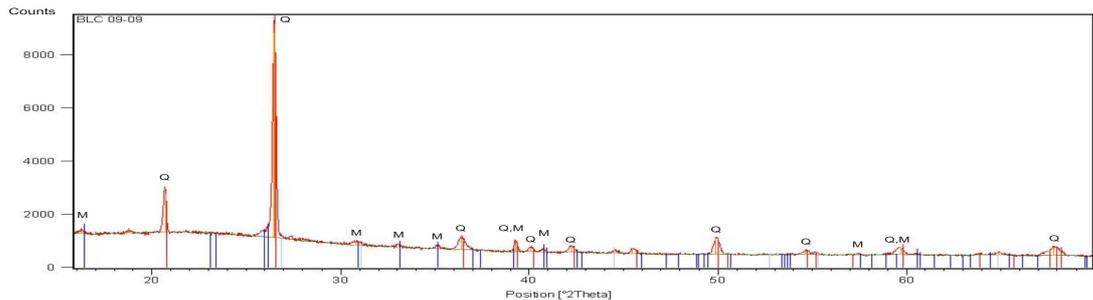
c.

Figura 3. Curvas de gresificación de composiciones de pasta (a) BLC 06-03, (b) BLC 08-02, (c) BLC 09-09

En cuanto a la composición de la fase formada para cada una de las formulaciones se encontró que están constituidas principalmente por una matriz vítrea heterogénea con presencia de Mullita y cuarzo, tal como se comprueba en los difractogramas efectuados a las piezas cocidas de las tres formulaciones (figura 4).



a.



b.

Figura 4. Análisis mineralógico por DRX de composiciones de fase  
(a) BLC 06-03, (b) BLC 09-09

## 4. CONCLUSIONES

La realización de la caracterización de materias primas nacionales permitió desarrollar formulaciones de pasta de gres porcelánico para la fabricación de baldosas con alta resistencia a la abrasión, baja porosidad, elevadas características mecánicas, impermeabilidad y resistencia al ataque químico y al congelamiento.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Jaume I de Castellón, Tierra Atomizada, Eurocerámica y Colciencias por su apoyo y patrocinio a través de un proyecto IBEROEKA.

## 6. REFERENCIAS

- [1] MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR [CD ROM]. Importaciones Colombianas 2006-2008. Santa fe de Bogotá: Ministerio de Comercio exterior, 2008.
- [2] SANCHEZ MUÑOZ, L; NEBOT DIAZ, I.; CARDA, J.B; TUDURI, F.; et al. Obtención de soportes cerámicos de baja porosidad a partir de materias primas nacionales. En: Cerámica Información 27 (272) (2001) 48-54

[3]ESCRIBANO, P.; CARDA, J. B.; CORDONCILLO, E. Enciclopedia Cerámica 3 V. Cerámicos". Faenza: Faenza Editrice Iberica, 2001

[4]FERRARI, S; GUALTIERI, A.F. The use of illitic clays in the production of stoneware tile ceramics. En: Applied Clay Science, Volume 32, Issues 1-2, April 2006, Pages 73-81

[5]FUMQUÉN, J; "Minerales preciosos, Rocas y minerales no metálicos, recursos energéticos" Recursos minerales de Colombia, Ingeominas, segunda edición, Tomo 2. p. 827 – 838.