

## MACERALS DETECTION AND QUANTIZATION IN COAL'S IMAGES TO OPTICS METHODS

## DETECCIÓN Y CUANTIZACIÓN DE MACÉRALES EN IMÁGENES DE CARBÓN POR MÉTODOS ÓPTICOS

PhD Cesar Torres Moreno, Ing. José C. Peña Matos, Ing. Yamelys Navarro Becerra

Universidad Popular del Cesar

Laboratorio de Óptica Sede Balneario Hurtado

torres.cesar@caramail.com, Jc\_mattos@yahoo.com, yamelysn@yahoo.es

**Abstract:** In this article to describe the digital correlator's design and develop to identify macerals in coal's micro structure images through Fourier standard transformed. The identification is do it using like base the quantization, procedure for mind of this we achieve identify the colors in the macerals in each of the processing images and the training to neuronal network. Inasmuch as the correlation achieve in the frequency space, be due to find Fourier Discrete Transform of each image.

**Resumen:** En este artículo se describe el diseño y desarrollo de un correlador digital para identificar macérales en imágenes micro-estructurales de carbones a través de la transformada estándar de Fourier. La identificación se lleva a cabo utilizando como base la cuantización, procedimiento por medio del cual logramos identificar los colores presentes de los macérales en cada una de las imágenes procesadas y el entrenamiento de una red neuronal. Puesto que la correlación se realiza en el espacio de frecuencias, se debe hallar la Transformada Discreta de Fourier de cada imagen.

**Key words:** Macerals, Fourier transform, Digital imaging processing, Artificial neuronal networks.

### 1. INTRODUCCIÓN

La identificación de macérales en muestras de carbones, o caracterización petrográfica, no es un proceso fácil, convencionalmente involucra el montaje de una infraestructura especial, con un microscopio de luz reflejada para hacer un barrido sobre toda la muestra de carbón, luego realizar el conteo de los miles de puntos que esta posee y finalmente determinar el tipo de carbón al cual pertenece; esto hace que el método sea poco eficiente por su alto consumo de tiempo y dependencia del operario.

Para la caracterización petrográfica el estado del arte se encuentra actualmente hasta los histogramas a escala de gris, el objetivo de este trabajo es desarrollar un nuevo método de caracterización que utilice procesamiento digital de imágenes y correlación digital, permitiendo la identificación más ágil y eficiente de grupos macérales, eliminando la subjetividad que involucra convencionalmente este proceso.

## 2. PROCEDIMIENTO

### 2.1. Procesamiento Digital De Imágenes

El procesamiento digital de imágenes, es una disciplina que desarrolla las bases teóricas y algorítmicas mediante las cuales pueda extraerse información del mundo real, de manera automática a partir de una imagen observada, de un conjunto de imágenes o de una secuencia.

Tal información pudiera relacionarse con el reconocimiento de objetos genéricos, descripciones tridimensionales del mismo, posición y orientación del objetos o la medición de cualquier propiedad espacial tal como la distancia entre dos puntos bien definidos o la sección transversal del objeto.

El uso de la computación en diferentes dominios, ha permitido sofisticar la naturaleza del procesamiento de las imágenes, con el propósito de extraer al máximo, cualquier información disponible en las mismas que pueda ser de utilidad como herramienta.

#### 2.1.1. Tratamiento de imágenes digitales con cuantización de color.

Se desarrolló e implementó un algoritmo en la plataforma matemática Matlab el cual realiza las siguientes operaciones: captura de la imagen en formato BMP; histograma para cada una de las componentes RGB, segmentado, cuantización y obtención de porcentajes de los colores predominantes de la imagen.

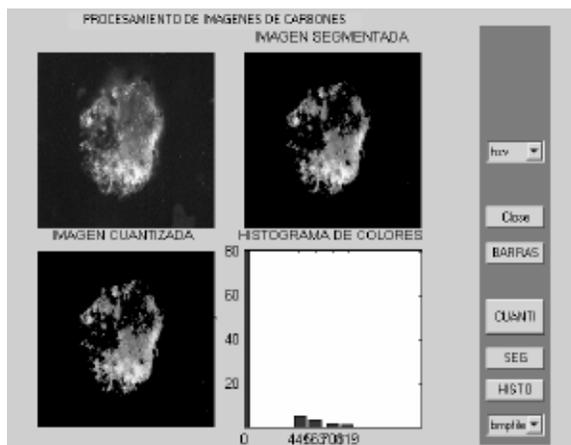


Fig. 1. Menú del programa principal.

La segmentación es el proceso de eliminación de

todo los elementos que aparecen en la imagen pero no corresponden con información que se desea obtener, de tal forma que se asume como ruido óptico; la cuantización reduce el numero de colores de la imagen segmentada, operación que en este caso particular se aplica únicamente a cinco colores, para lo cual se establecen medias entre todos los colores de la imagen.

El programa permite la obtención de los porcentajes de los cinco colores correspondientes a la cuantización.

Tabla 1. Porcentajes de color cuantizados

COLORES	0	441	563	701	819
CANT. COLORES	390892	22715	15714	7925	5763
%	88.2357	5.1274	3.5471	1.7889	1.3009

#### 2.1.1.1. Muestras de Vitrinita

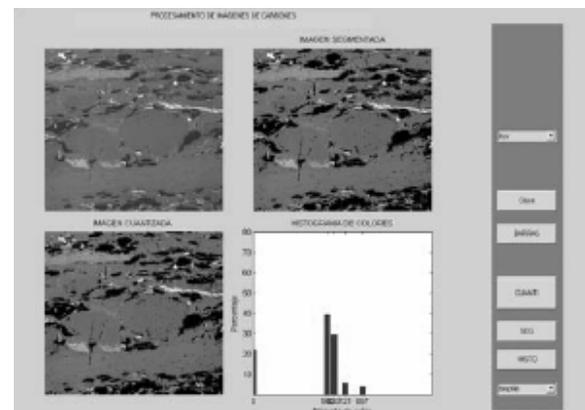


Fig. 2. Imagen de vitrinita procesada

Tabla 2. Porcentajes de color cuantizados vitrinita

COLORES	0	580	633	721	857
CANTIDAD DE COLORES	97095	174028	129691	24300	16582
PORCENTAJES	21.9823	39.3999	29.3620	5.5015	3.7542

2.1.1.2. Muestras de Liptinita

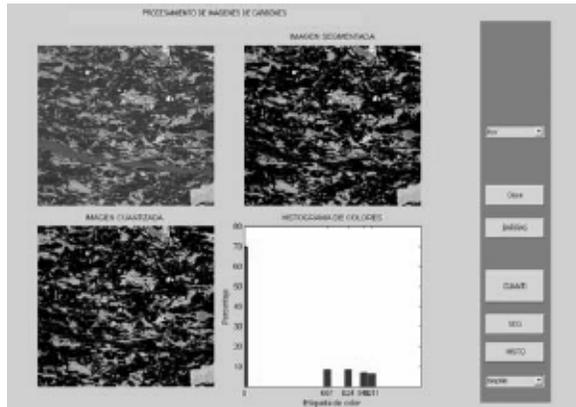


Fig. 3. Imagen de Liptinita procesada

Tabla 3. Porcentajes de color cuantizados Liptinita

COLORES	0	657	824	945	1011
CANTIDAD DE COLORES	299296	35939	36153	30713	27328
PORCENTAJES	69.6963	8.3690	8.4189	7.1527	6.3638

2.1.1.3. Otras muestras

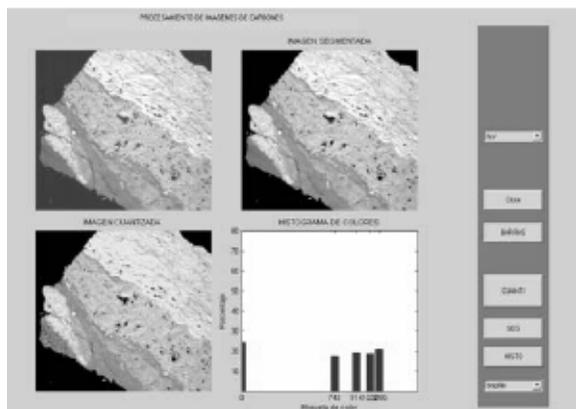


Fig. 4. Imagen de la muestra procesada

Tabla 4. Porcentajes de color cuantizados otras muestras

COLORES	0	743	914	1022	1095
CANT. DE COLORES	89102	64457	71049	68721	77354
%	24.037 3	17.388 7	19.167 1	18.53 9	20.868

2.2. Correlación por Transformada de Fourier.

La transformada de Fourier es ampliamente utilizada en el dominio de las imágenes pues codifica la información existente en la imagen

(espacio real) a un espacio de frecuencias espaciales (espacio recíproco) en el que se pueden realizar muy fácilmente operaciones como filtrados, gradientes y mejoras de contraste, entre otras. Por medio de la transformada de Fourier es posible correlacionar dos funciones.

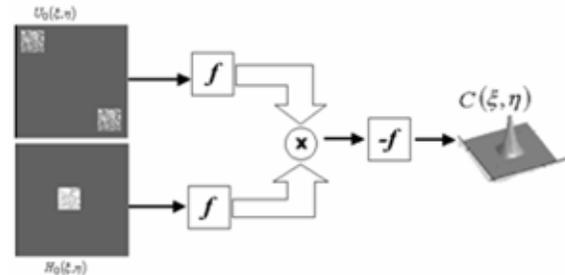


Fig. 5. Diagrama de flujo de un correlador tipo Vander Lugt.

La operación correlación está definida como:

$$C(\xi, \eta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} U_0(\xi_0, \eta_0) H_0^*(\xi_0 - \xi, \eta_0 - \eta) d\xi_0 d\eta_0 \quad (1)$$

C: Correlación,  $\xi$ : Posición en el eje horizontal,  $\eta$ : Posición en el eje vertical,  $U_0$ : Imagen a correlacionar, ubicada en el origen del plano,  $H_0$ : Imagen base para la correlación, ligeramente desplazada,  $d$ : Variable de la integral. Las Transformadas de Fourier de las imágenes se multiplican entre sí después de conjugar una de ellas. La transformada de Fourier inversa de este producto es la correlación entre las funciones. El esquema de la figura 5 se fundamenta en una de las propiedades de la Transformada de Fourier que garantiza su continuidad.

2.3. Diseño Y Desarrollo de la Investigación y el Software.

El interés de los petrografos es automatizar el proceso de caracterización, ya que este proceso se lleva a cabo capturando una imagen de cada punto de la muestra y luego cada imagen es estudiada para determinar la presencia de cada grupo maceral. Este proceso es muy subjetivo puesto que el resultado depende completamente de la decisión que determine el especialista en el área. Nuestra investigación busca implementar un nuevo método automatizado y eficiente. Como primera medida se realiza el estudio de las imágenes proveídas por Instituto Nacional del Carbón (España), luego se procede cuantizar por mínima varianza todas la imágenes que ya han sido caracterizadas para así obtener una medida de la ocurrencia de cada uno de los colores cuantizados en porcentaje con

respecto al total de píxeles que corresponden a la muestra, de esta manera se determina que colores identifican a cada muestra. Para esto se desarrollo un programa en la plataforma Matlab 6.5 el carga una imagen segmenta es decir toma solo la imagen de interés sin tener en cuenta los colores presentes en el fondo, seguidamente la cuantiza y finalmente muestra la cantidad de píxeles de los colores que están contenidos en la imagen graficados en histograma; para este proceso es usada una red neuronal la cual es entrenada con los porcentajes de colores.

Teniendo los datos de los colores que identifican cada maceral procederemos a desarrollar un software el cual tomara las imágenes (aprox. 100.000) de cada muestra y le aplicará la transformada de Fourier correlacionándola con los colores encontrados en el proceso anterior para determinar que tanto porcentaje de cada maceral hay en cada imagen, al terminar de correlacionar todas las imágenes de la muestra se halla un porcentaje general y se concluye cual maceral predomina.

### 3. CONCLUSIONES

Se desarrolló un procedimiento basado en dos (2) métodos; el primero de ellos descrito por el procesamiento de imágenes el cual toma como principio la cuantización, basada en una reducción de colores de la imagen de carbón por mínima varianza, seguida a su vez por el entrenamiento de una red neuronal, permitiendo dar como resultado un nuevo método de caracterización petrográfica. Y el segundo método basado en la transformada de Fourier aplicada a cada imagen de cada punto de la muestra de carbón, permitiendo así correlacionar e identificar de manera específica los macerales (Liptinita, vitrinita e inertinita) presentes en estas.

### RECONOCIMIENTOS

Agradecimientos a todo el personal del Instituto Nacional del Carbón – Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España; en especial al grupo de petrografía y a la Doctora Ángeles Borrego quien ha estado dispuesta a colaborar en todo lo que se requiere para acometer un trabajo de esta naturaleza.

### REFERENCIAS

- Hussain, Z. 1991. "Digital Image Processing" Ed. Ellis Horwood. pp 1-7. Inglaterra.
- Goodman, J, 1996. "Introduction to Fourier Optics" Ed. Mc Graw Hill, pp 218-243. Estados Unidos.
- Battiti, R., 1992. "First and second order methods for learning: Betweensteepest descent and Newton's method," *Neural Computation*, vol. 4, no. 2, pp. 141–166,  
For Use with MATLAB. Image Processing. Toolbox.
- For Use with MATLAB. Neural Network. Toolbox.
- González R. C., Woods R. E. Tratamiento digital de Imágenes. Addison-Wesley.
- Edward Lester, David Watts, Michael Cloke. 2002. A novel automated image analysis method for maceral analysis. *Fuel* 81 2209–2217.
- María Mastalerz, Lila W. Gurba. 2001. Determination of nitrogen in coal macerals using electron microprobe technique—experimental procedure. *International Journal of Coal Geology* 47, 23–30.
- Richelieu Barranco, Michael Cloke, Edward Lester. 2003. Prediction of the burnout performance of some South American coals using a drop-tube furnace. *Fuel* 82, 1893–1899.
- Michael Cloke, Tao Wu, Richelieu Barranco, Ed Lester. 2003. Char characterisation and its application in a coal burnout model. *Fuel* 82 1989–2000.
- M. Cloke, A. Gilfillan and E. Lester. 1997. The characterization of coals and density separated coal fractions using FTIR and manual and automated petrographic analysis. *Fuel* Vol. 76, No. 13, pp. 1289-1296.