

# Estudio petrográfico y poder reflector de algunos carbones colombianos

LUIS JORGE MEJIA UMAÑA<sup>1</sup>

HEYLEY VERGARA SANCHEZ<sup>2</sup>

## RESUMEN

De acuerdo al análisis maceral y al poder de reflectancia de la vitrinita, los carbones estudiados, pertenecientes a cuatro zonas carboníferas de Colombia, son respectivamente de tipo vítrico y de rango lignitos-bituminosos (Clasificación Europea).

Los carbones provenientes de la zona oriental de Colombia presentan algunas diferencias con relación a aquellos de la zona occidental, tales como: mayor poder de reflectancia, menor porcentaje en materias volátiles y mayor proporción de inertinita. Respecto a los microlitotipos, en los primeros predominan la vitrinertita, trimacerita y vitrita, mientras que en los de la zona occidental predomina la clarita.

Además, todos los carbones analizados cumplen la relación inversa que existe entre el poder reflector y el tenor en materias volátiles.

## ABSTRACT

Based upon maceral analysis and their reflectivity, the coals studied are of the vitric type and bituminous-lignite Rank (European classification). The coals of eastern Colombia show various differences in comparison to those western Colombia, as follows: higher reflective character, lower volatile matter content and higher proportion of inertinite. With regard to the microlithotypes in the first group predominate vitrinertite, trimacerite and vitrite, while in those of the western zone clarite predominates.

All of the analysed coals samples demonstrate the inverse relationship which exists reflective character and volatile content.

1. Ingeominas, Apartado Aéreo 4855, Bogotá.

2. Ingeominas, Apartado Aéreo 9724, Cali.

## INTRODUCCION

Este trabajo es parte de un entrenamiento sobre petrografía de carbones realizado en el Instituto Nacional de Industrias extractivas (INIEX) de Lieja, Bélgica. Las técnicas utilizadas en la preparación de las muestras, elaboración de secciones pulidas, medidas del poder reflector y petrografía, se detallan en MEJIA Y VERGARA (1980, informe inédito).

El objeto de este trabajo es presentar los resultados de los análisis químicos y petrográficos efectuados sobre 7 muestras de carbón y a partir de estos mostrar las características más importantes de dichos carbones.

De manera general, los carbones colombianos se pueden dividir en dos grupos, según su localización geográfica y su edad. En el primer grupo que llamaremos de una manera informal zona oriental, están comprendidos los carbones localizados al este de la Cordillera Central, incluyendo los de El Cerrejón. El segundo grupo (zona occidental) incluye los carbones localizados al oeste de la Cordillera Central, incluyendo los carbones de Córdoba y Bolívar.

Con relación a su edad estratigráfica, los carbones de la zona oriental son en general más antiguos que los de la zona occidental, con edades que varían del Cretáceo superior al Eoceno. La edad de los carbones de la parte occidental varía, entre el Eoceno y el Mioceno (extractado de INGEMINAS, 1979).

Se conoce el trabajo de JACOB (1976) sobre las propiedades petrográficas, químicas y tecnológicas de los carbones colombianos. La Tabla 1 muestra los análisis inmediatos y el poder de reflectancia obtenidos por Jacob, sobre carbones provenientes de cuatro regiones de Colombia.

Localización	Cenizas en %	Materias Vol. %	Poder de Reflec. %
Santander N	3 - 15	29 - 41	0,77 - 0,95
Boyacá	-	30,8	0,78
Santander S	2 - 14	5 - 13	1,8 - 5,4
Cauca	3,4	19,5	1,9

TABLA 1. Poder de reflectancia, tenor en materias volátiles y porcentaje de cenizas (JACOB, 1976).

## DESCRIPCION DE LOS ANALISIS

La Tabla 2 y la Figura 1 muestran la procedencia y la localización de las siete muestras de carbón estudiadas.

### ANALISIS QUIMICOS

Sólo se efectuaron los análisis inmediatos, es decir, la determinación de materias volátiles (Mv), humedad (Hu) y Cenizas en Seco (Cs). Los pasos seguidos son descritos en COPPENS (1967: 14).

### PODER DE REFLECTANCIA

Se midió sobre la vitrinita, más concretamente sobre la colinita, lo que permite determinar el rango del carbón. Se realizaron dos tipos de medida como son: el poder de reflectancia máximo (PRM) y el poder de reflectancia usual (PRU), siguiendo el método descrito por COPPENS (1967).

## DEFINICIONES

### MACERALES DE LOS CARBONES

Se llaman macerales a los constituyentes del carbón que se forman a partir de los diferentes tejidos de las plantas y que son modificados en el transcurso de la carbonización.

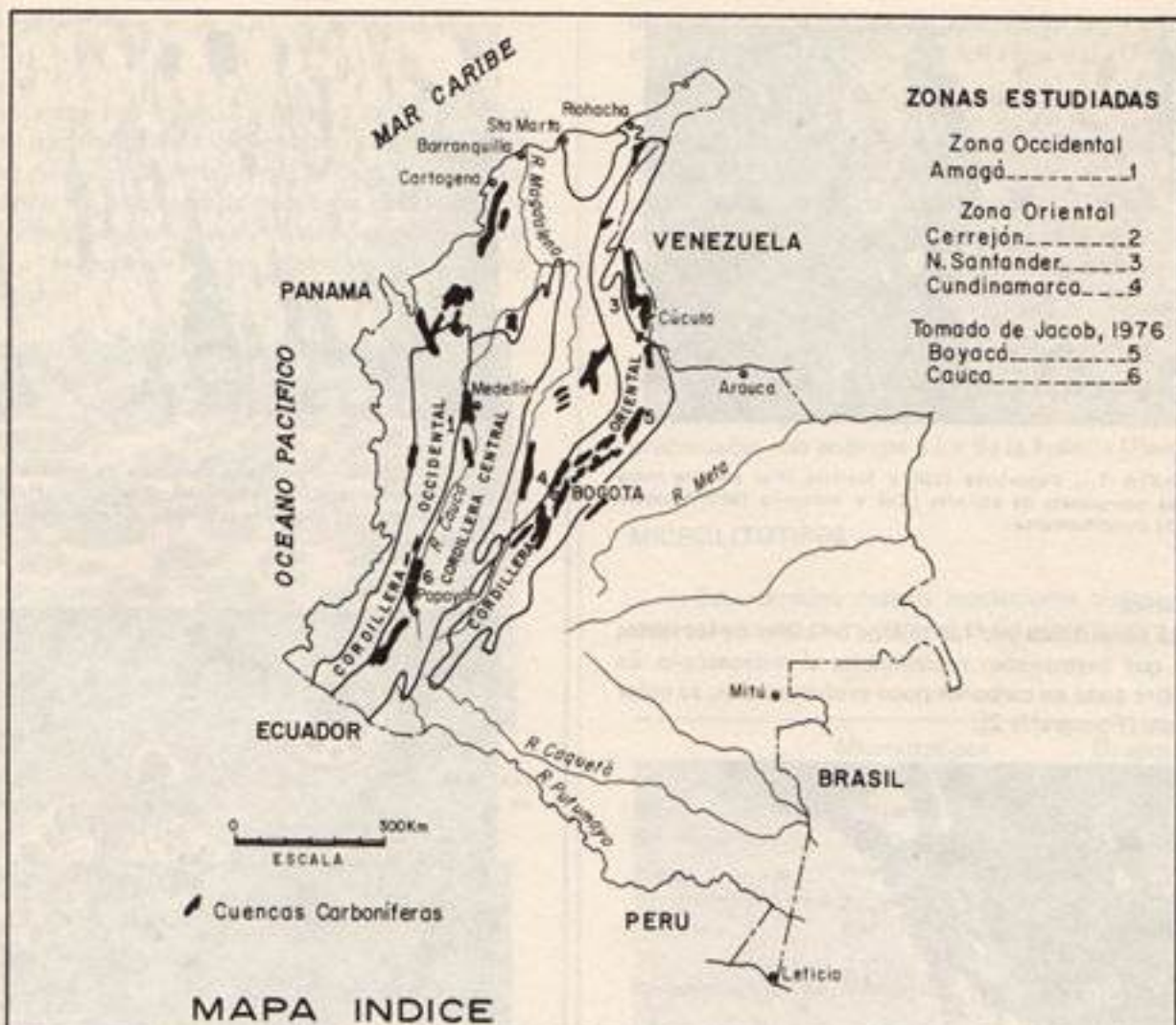
A partir del poder de reflectancia y principalmente de su forma, los macerales son clasificados en tres grandes grupos; los cuales se describirán someramente, ellos son:

- Colinita y telinita, del grupo de la vitrinita.
- Esporinita, resinita y cutinita del grupo de la exinita.
- Fusinita, semifusinita, micrinita y esclerotinita, del grupo de la inertinita.

Las características descritas para los macerales corresponden a observaciones con la luz reflejada, las cuales varían con luz transmitida.

### Grupo de la Vitrinita.

- Colinita.  
La colinita, también denominada pasta, gel o sustancia fundamental, es de una estructura parecida a la cola endurecida. Su color es gris uniforme y no muestra ninguna estructura vegetal (Fotografía 1).



**ZONAS ESTUDIADAS**

- Zona Occidental  
Amagá.....1
- Zona Oriental  
Cerrejón.....2
- N. Santander.....3
- Cundinamarca.....4

Tomado de Jacob, 1976  
 Boyacá.....5  
 Cauca.....6

**MAPA INDICE**

Zona 1 - Amagá

Zona 2 - Cerrejón

Zona 3 - Norte de Sant.

Zona 4 - Cundinamarca

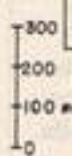
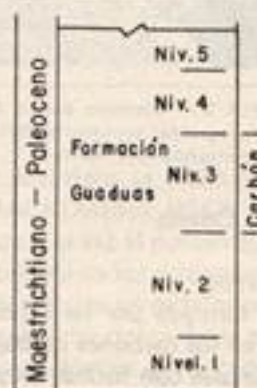
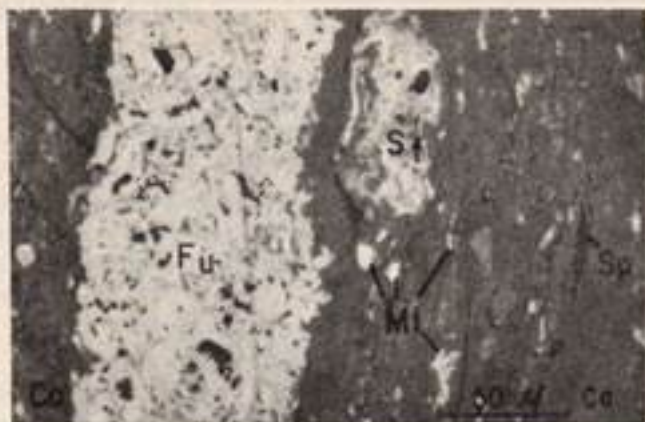


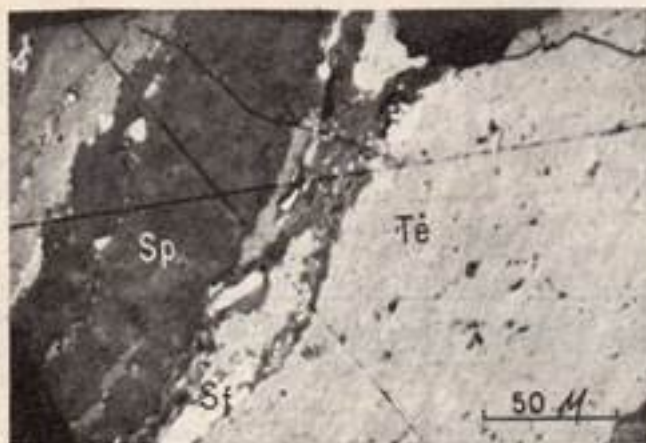
Figura 1



FOTOGRAFIA 1.— Esporinita (Sp) y fusinita (Fu) en una masa heterogénea compuesta de colinita (Co) y micrinita (Mi). Muestra ED-1281 de Cundinamarca.

#### — Telinita.

Está constituida por los tejidos celulares de los restos vegetales que permanecen reconocibles al microscopio. Es visible sobre todo en carbones poco evolucionados, su color es gris claro (Fotografía 2).

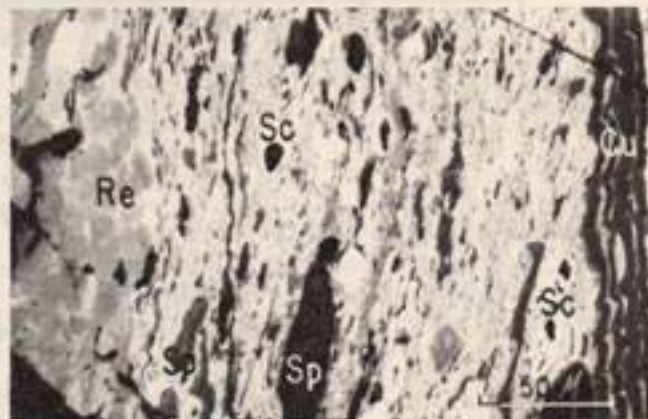


FOTOGRAFIA 2.— Ejemplo típico de telinita (Te) en la parte derecha de la fotografía; esporinita (Sp) en la parte izquierda. Muestra ED-1282 de Santander del Norte.

### Grupo de la Exinita

#### — Esporinita

Está formada por las esporas y pólenes reconocibles solamente en los carbones de bajo rango. Es el más oscuro de los macerales con formas muy variadas que dependen de las especies vegetales originarias (Fotografías 3 y 4).



FOTOGRAFIA 3.— Resalta la presencia de macerales del grupo de la exinita: cutinita (Cu) a la derecha de la fotografía, resinita (Re) al centro y esporinita (Sp) a la izquierda. Se observan también algunas esclerotinitas.



FOTOGRAFIA 4.— Se aprecian las esclerotinitas (Sc) muy bien formadas, lo mismo que cutinita (Cu) y esporinita (Sp). Muestra ED-1278 de Amagá.

#### — Cutinita

Formada por las envolturas externas (cutículas) de células epidérmicas de ciertas plantas, es de color gris oscuro (Fotografías 3 y 4).

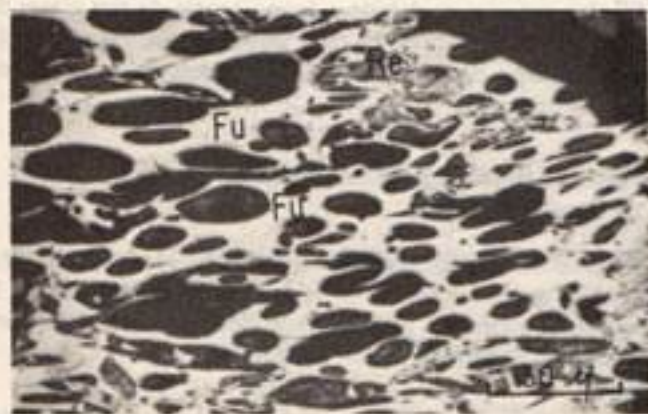
#### — Resinita

Este maceral tiene diferentes orígenes, pero se forma a partir de resinas y ceras. Se presentan en forma muy variada rellenando cavidades celulares o formando cuerpos globulares aislados (Fotografía 3).

## Grupo de la Inertinita

### — Fusinita

Está formada por los tejidos leñosos de los vegetales que sufrieron una transformación antes de la carbonización. Las cavidades celulares delimitadas por la fusinita son vacías (Fotografías 5 y 6), o rellenas de materiales diversos. Tiene el poder de reflectancia, el relieve y el tenor en carbono más altos de todos los macerales en un mismo carbón, su color es blanco brillante.



FOTOGRAFIA 5.— Vemos en esta fotografía la fusinita (Fu) clásica, con cavidades vacías (color oscuro) y con cavidades rellenas de resinita (Re). Muestra ED-1281 de Cundinamarca.



FOTOGRAFIA 6.— Esta imagen muestra una banda de semifusinita (Sp) en la parte central de la fotografía (color gris claro), rodeada por dos bandas de semifusinita (Fu). Muestra ED-1282 del Norte de Santander.

### — Semifusinita

Este maceral, como la fusinita y la telinita, está formado por restos de tejidos vegetales de las plantas, pero con

un grado de transformación intermedio entre estos dos macerales, su color es blanco opaco a gris claro (Fotografía 5).

### — Micrinita

Es un maceral muy complejo y sus propiedades aún mal conocidas. La micrinita comprende el conjunto de pequeños corpúsculos de contorno mal definido, y con un poder de reflectancia más alto que el de la vitrinita, su color es blanco brillante.

### — Esclerotinita

Formada por las plectencimas (entrelazamiento) y las esclerotas (órganos de reproducción de ciertos hongos). Sus propiedades son análogas a los de la fusinita (Fotografía 4).

## MICROLITOTIPOS

Este término designa asociaciones típicas de grupos macerales como se muestra en el siguiente cuadro.

	Microlitotipos	Grupos Macerales
Monomacerales	Vitrinita	Vitrinita
	Liptinita	Exinita
	Inertinita	Inertinita
Bimacerales	Clarita	Vitrinita + Exinita
	Vitrinertita	Vitrinita + Inertinita
	Durita	Exinita + Inertinita
Trimacerales	Trimacerita	Vitrin. + Exin. + Inertin.

El análisis de microlitotipos se efectuó siguiendo el método de HEVIA y MACKOWSKY (ICCP, 1971). Es un análisis combinado que da a la vez el porcentaje de los diferentes macerales, el porcentaje de los diferentes microlitotipos y la proporción de macerales en cada microlitotipo. El resultado de este análisis es importante, en la práctica, para conocer las propiedades tecnológicas de los carbones.

## PETROGRAFIA

Esta parte comprende, principalmente el análisis maceral, el análisis de microlitotipos y la determinación del rango. Se incluyen en esta parte los resultados de los análisis inmediatos, ya que el tenor en materias volátiles está íntimamente relacionado con el poder de reflectancia.

### PRESENTACION DE RESULTADOS

En esta parte las muestras están clasificadas en orden geográfico: primero los carbones de la zona oriental, luego los de la zona occidental y en orden N-S.

#### Análisis Inmediato

Los resultados de los análisis inmediatos se ilustran en la Tabla 2. En ella se aprecia que todos los carbones tienen un rango menor que bituminosos altos volátiles, según la clasificación internacional de carbones duros por tipo (GENEVE, 1956), a excepción de la muestra ED-1281 de Cundinamarca que tiene 32,01% en materias volátiles.

El tenor en cenizas varía entre 2,45 y 11,19%, lo que permite clasificarlos en las facies carbonosa ( $C_s < 20\%$ ) de acuerdo al proyecto de clasificación universal de combustibles fósiles (ALPERN, 1980; Fig. 6).

## Poder de Reflectancia

La Tabla 2 muestra los resultados de las medidas del poder de reflectancia y la Figura 2 ilustra los reflectogramas con sus respectivas medianas y desviación standard.

Como se observa en la Figura 2, todos los reflectogramas se aproximan a una curva normal, a excepción de la Figura 2D (Cerrejón), que presenta dos poblaciones: la primera con una media geométrica de 0,49 y la segunda de 0,59. Lo anterior es debido a la existencia de dos clases de reflectividad diferentes, lo cual puede atribuirse a posible contaminación de la muestra o bien a factores de metamorfismo de contacto.

#### Análisis Combinado de Microlitotipos y de Grupos Macerales

Respecto a los grupos macerales, existen algunas diferencias entre los carbones de la zona oriental y los de la zona occidental. Los primeros son ricos en inertinita, mientras que los de Amagá lo son en exinita (Tabla 3).

En todos los carbones, el contenido en vitrinita es superior al 65% lo que permite clasificarlos como de tipo vítrico. Sin embargo, respecto a la proporción exinita, liptinita, inertinita, los carbones de la zona oriental son vítricos-físicos (vitrinita  $> 65\%$  e inertinita  $>$  liptinita; mientras que los carbones de la zona occidental (Amagá) son vítricos-lípticos ( $V > 65\%$  y  $L > I$ ). (Tabla 4).

ZONA	LOCALIZACION	MUESTRA	Hu	Cs	Mv	PODER DE REFLECT. Max. (Ro medio)	
Occidental	Amagá	ED-1280	11,13	10,48	46,56	0,49	0,46
	Amagá	ED-1278	10,00	3,40	48,17	0,51	0,48
	Amagá	ED-1276	1,66	10,17	47,71	0,71	0,68
Oriental	Cerrejón	ED-1279	8,54	2,54	41,70	0,55*	—
	Santander N	ED-1282	1,82	3,40	40,07	0,75	—
	Santander N	ED-1277	1,12	2,79	34,41	0,91	—
	Cundinamarca	ED-1281	1,12	11,19	32,01	1,02	0,97

TABLA 2.— Localización de las muestras, resultado de los análisis inmediatos y del poder de reflectancia.

\* En este carbón, la media aritmética no coincide con la media geométrica. Esta última presenta dos poblaciones (Fig. 2D).

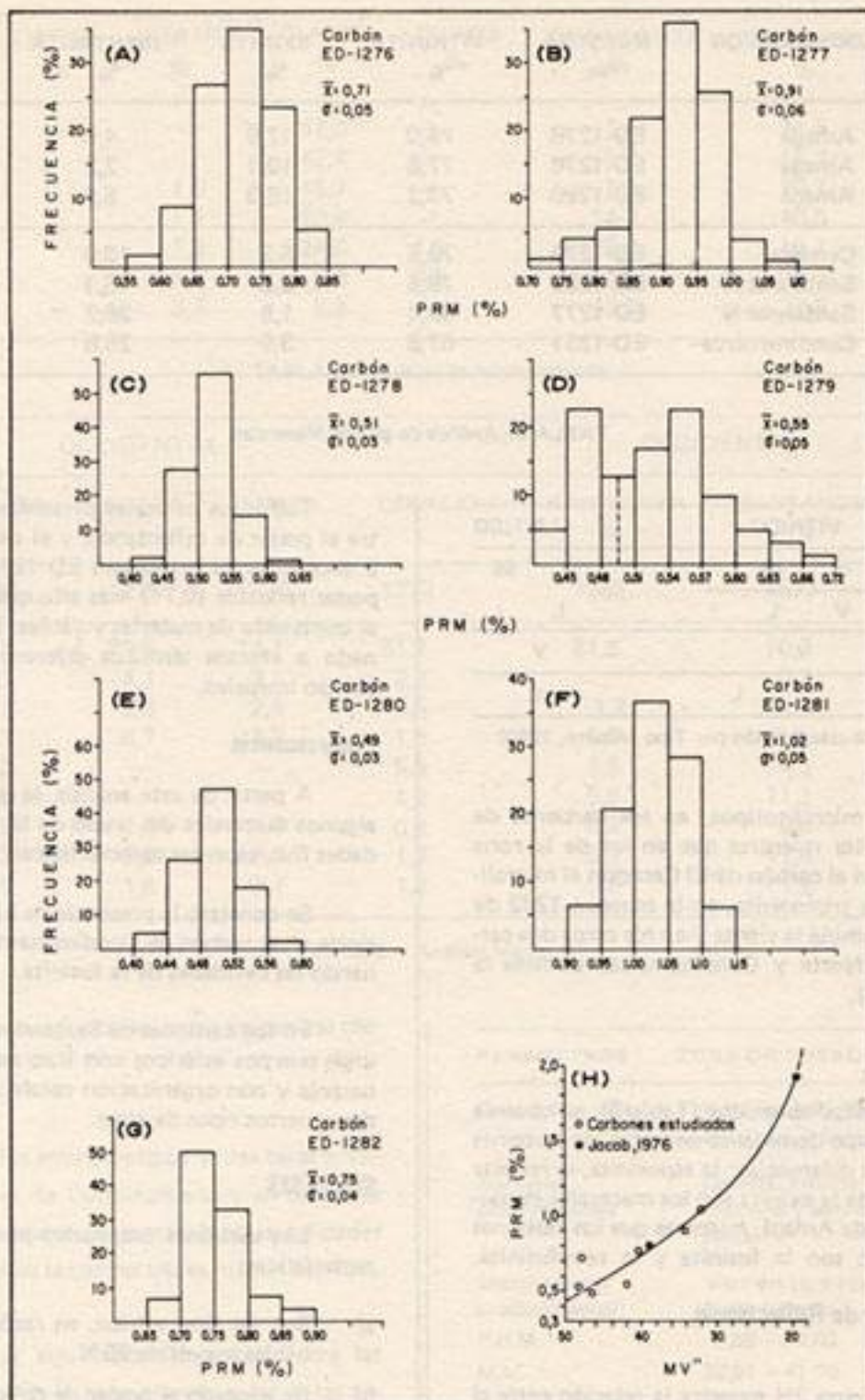


FIG. 2A a 2G.— Reflectogramas de los carbonos estudiados. FIG. 2H.— Relación entre el poder reflector de la vitrinita y el contenido en materias volátiles.

ZONA	LOCALIZACION	MUESTRA No.	VITRINITA %	EXINITA %	INERTINITA %	MINERALES %
Occidental	Amagá	ED-1278	76,0	17,9	4,9	1,2
	Amagá	ED-1276	77,8	10,1	2,2	9,2
	Amagá	ED-1280	73,2	16,3	5,6	4,9
Oriental	Cerrejón	ED-1279	79,5	5,3	13,6	1,4
	Santander N	ED-1282	79,5	3,3	15,1	2,0
	Santander N	ED-1277	69,1	1,5	28,2	1,2
	Cundinamarca	ED-1281	67,8	3,9	25,8	3,1

TABLA 3.- Análisis de grupos Macerales

FUSICO		VITRICO				LIPTICO	
V	65	V 65				V	65
I	L	I	V	L	I	L	I
V		V				V	
I		I		L		L	

TABLA 4.— Proyecto de clasificación por Tipo (Alpern, 1980)

Respecto a los microlitotipos, en los carbones de Amagá domina la clarita mientras que en los de la zona oriental son variados: en el carbón de El Cerrejón el microlitotipo dominante es la trimacerita, en la muestra 1282 de Santander del Norte domina la vitrinita y en los otros dos carbones (Santander del Norte y Cundinamarca) domina la vitrinertita (ver Tabla 5).

### Análisis Maceral

A partir de los datos obtenidos (Tabla 6), se observa que la vitrinita es el grupo dominante en todos los carbones analizados, con algunas diferencias: la esporinita, la resinita y la cutinita del grupo de la exinita son los macerales importantes en los carbones de Amagá, mientras que los carbones de la zona oriental lo son la fusinita y la semifusinita.

### Relación entre el Poder de Reflectancia y las Materias Volátiles

La curva de la Figura 2H muestra la relación entre el poder de reflectancia de la vitrinita y el tenor de materias volátiles de las muestras estudiadas, incluyendo los valores de JACOB (1976).

Todos los carbones presentan una relación inversa entre el poder de reflectancia y el tenor de materias volátiles, a excepción de la muestra ED 1276 (Amagá) que tiene un poder reflector (0,71) más alto que el esperado, de acuerdo al contenido de materias volátiles. Esto podría estar relacionado a efectos térmicos diferenciales provocado por un cuerpo intrusivo.

### Fluorescencia

A partir de este análisis, se determinó la existencia de algunos macerales del grupo de la exinita que tiene propiedades fluorescentes características.

Se constató la presencia de bituminita, fluorinita y resinita en el carbón de Cundinamarca; estas dos últimas rellenando las cavidades de la fusinita.

En los carbones de Santander del Norte se observaron unos cuerpos esféricos con fluorescencia de color amarillo-naranja y con organización celular, que podrían corresponder a ciertos tipos de algas.

### SINTESIS

Los carbones estudiados presentan las siguientes características:

- Son de tipo vítrico, en razón de su contenido de vitrinita mayor de 65%.
- De acuerdo al poder de reflectancia de la vitrinita, se clasifican en el rango lignitos-bituminosos, según la clasificación Europea, o en el rango sub-bituminosos, según la clasificación Americana.



MUESTRA No.	VITRITA %	LIPTITA %	INERTITA %	CLARITA %	DURITA %	VITRINERTITA %	TRIMACERITA %	CARBOMINERITA %
1278	17,6	—	—	57,0	—	1,4	21,3	2,7
1276	16,1	—	—	42,4	—	5,7	16,3	9,5
1280	19,4	0,7	1,0	45,7	—	7,8	20,1	5,2
1279	20,5	—	1,9	20,9	—	14,2	40,5	2,0
1282	39,9	—	1,3	24,6	1,0	19,8	12,4	1,0
1277	10,6	—	1,8	3,6	0,3	52,5	28,3	2,9
1281	14,9	—	3,3	5,9	—	43,6	27,6	4,7

TABLA 5.- Análisis de microlitotipos

ZONA	OCCIDENTAL				OCCIDENTAL			
	LOCALIZACION	AMAGA	AMAGA	AMAGA	CERREJON	SANTANDER N	SANTANDER N	CUNDINAMARCA
MUESTRA No.	1280	1278	1276	1279	1282	1277	1281	
Vitrinita %	75,8	79,5	78,1	81,2	81,5	70,0	72,9	
Resinita %	1,9	4,1	3,1	2,2	—	0,3	0,8	
Cutinina %	5,1	2,3	2,4	0,5	1,2	—	0,5	
Esporinita %	5,3	6,7	3,3	1,8	0,8	0,1	0,6	
Fusinita %	0,2	—	—	5,5	3,5	4,5	8,6	
Semifusinita %	0,6	—	—	4,2	5,9	11,2	5,3	
Esclerotinita %	1,2	1,0	1,6	0,9	0,9	0,8	0,5	
Micrinita %	4,2	5,2	2,0	1,8	5,9	11,4	6,9	
Minerales %	6,5	1,6	9,4	1,8	0,6	1,7	3,7	

TABLA 6.- Análisis Maceral

- c) Son de facies carbonosas por su tenor en cenizas menor del 20%.
- d) La relación entre los microlitotipos y las características de los carbones de Cundinamarca y en parte los del Norte de Santander presentan buenas calidades coquizantes y en ellos la vitrinertita es mayor del 40%.
- e) Se encontraron las siguientes diferencias entre las muestras de carbón de la zona oriental y las de la zona occidental (Amagá):

PARAMETROS	ZONA ORIENTAL	ZONA OCCIDENTAL
Grupos Macerales	Vitrinita > 65 % Inertinita > Exinita	Vitrinita > 65 % Exinita > Inertinita
Macerales predominantes	Colinita, fusinita - micrinita y semifusinita.	Colinita (huminita), resinita, esporinita y cutinina
Microlitotipos predominantes	Vitrinertita, trimacerita y vitrinita.	Clarita
P.R.M.	0,55 - 1,02	0,49 - 0,71
M.V.	32,01 - 41,70	46,54 - 48,17
Edad	Cretac., sup. - Eoceno	Oligoceno-Mioceno

No es posible sacar conclusiones más concretas a partir de este trabajo, ya que los análisis se realizaron sobre algunas pocas muestras de carbón muy dispersas. Sin embargo, es el inicio de trabajos a proseguir en el futuro.

### Agradecimientos

Se agradece muy especialmente a la Sta. Y. Somers, encargada de investigaciones y al Señor G. Pulinckx, Jefe del Depto. Químico del INIEX, todo el aporte y colaboración para la realización del presente trabajo.

### REFERENCIAS CITADAS

ALPERN, B. Pour une classification Universelle des combustibles fossiles solides. International committee for coal petrology, 10 p. 1990.

COOPENS, P. L. Synthèse des propriétés chimiques et physiques des houilles. Institut National de L'industrie charboniere, 217 p. Liege, 1967.

INGEOMINAS. Zonas carboníferas de Colombia. Publ. Esp. 3-1, 129. Bogotá. 1979.

JACOB, H., Geological, chemical and technological properties of colombian coal. Natutal resources and development: 47-59, Hannover, 1976.

MACKOWSKY, M. y HEVIA, V. Analyse combinée des maceraux et des microlithotypes. Comité International de Pétrographie des charbons Commissions de nomenclature, 10 p. Paris. 1971.

MEJIA, L. J. y VERGARA, H. Estude Pétrographique de quelques charbons Colombiens (Trabajo final del entrenamiento en petrografía de Carbones), 72 p. Liege, 1980.