



Regiones y Zonas con Carbón en Colombia

LUIS JORGE MEJIA-UMAÑA

Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 14490, Bogotá, Colombia

ORLANDO PULIDO-GONZALEZ

Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química (INGEOMINAS)

MEJIA U, L.J. & PULIDO G., O. (1993): El Carbón en Colombia.- Geología Colombiana, 18, pp. 3 - 25, 7 figs., 1 Anexo, Bogotá.

RESUMEN

Los recursos de carbón en Colombia se analizaron teniendo en cuenta el desarrollo regional y la conformación política de las diversas regiones geográficas. Por tal razón, el país se dividió en cinco regiones denominadas: Atlántica, Pacífica, Central, Bordo Llanero y Amazónica.

Los carbones colombianos se distribuyeron en 14 "zonas" de carbón, que corresponden a uno o varios Departamentos y que a su vez se subdividieron en 50 "subzonas" que son áreas más específicas a nivel municipal.

Se efectuó un resumen actualizado de los datos de orden geológico, de calidad y de cantidad de los carbones de las subzonas; como resultado de esto, se obtuvieron recursos totales de 41.743 millones de toneladas, considerando un área explorada de sólo el 16 % del total cubierto por las formaciones geológicas que contienen carbón.

En cuanto a calidad, los carbones varían en rango, desde lignitos hasta antracitas, predominando los carbones subbituminosos y bituminosos para usos térmicos o coquizables.

Respecto a las reservas, se calculó una "Reserva Base" de 7.700 millones de toneladas, que si tuvieran un aprovechamiento del 50 % con una producción de 30 millones de toneladas anuales, alcanzaría aproximadamente para cien años.

ABSTRACT

The coal resources of Colombia were analyzed and grouped in several regions following economic and political divisions. These regions are named: Atlantic, Pacific, Central, "Llanero" Piedmont and Amazonic Regions.

The minorest areas were called "coal subzones". They correspond to localities within one or more Departments, named municipios, where were recognized fifty of this subzones which were grouped in fourteen "coal zones".

A compilation of geological information about quality and quantity of coals was elaborated. As a result were calculated total coal resources of 41.743 millions tons, based on explored areas with geological formations

containing coal, comprising only 16% of the total potential area.

The coal quality ranges from lignite to antracite; the main coal types range from bituminous to sub-bituminous to be used as thermic and coking coals.

The coal basic reserves were calculated in 7.700 millions. This amount will last for one hundred years if the production rate is 30 millions tons a year.

1. INTRODUCCION

El objetivo principal del trabajo es dar una visión lo más completa y a la vez lo más concisa posible del carbón, uno de nuestros principales recursos energéticos no renovables.

Es necesario reconocer que en este momento son muchas las instituciones que estudian el carbón en Colombia; por tal razón este trabajo pretende organizar la información sobre el tema, que en ocasiones se encuentra dispersa, e interpretarla lo más sencillamente posible, con el fin de que sea accesible a la mayoría de lectores no especializados. Con el fin de tener un conocimiento detallado de los carbones en las diferentes subzonas, es necesario consultar los trabajos específicos, parte de los cuales figuran en la bibliografía adjunta.

Por último, los autores se sentirán satisfechos si se logra alcanzar el objetivo, de tener una publicación reciente, que abarque los principales tópicos relacionados con la evaluación de los depósitos de carbón en Colombia.

2. ASPECTOS GENERALES DEL CARBON

Se pretende en este aparte presentar una visión de los rasgos geológicos generales del carbón y su posible origen en Colombia.

Los aspectos físico-químicos del carbón, sus clasificaciones y usos, son apenas tratados de manera general y no se desarrollan debido a la existencia de gran cantidad de artículos técnicos y científicos muy bien documentados sobre este tema.

2.1. Generalidades

Se denomina carbón a una roca sedimentaria de color negro, combustible, compuesta predominantemente de materia orgánica carbonificada. El carbón es de origen vegetal y se acumuló, con otros sedimentos como arcillas

y arenas en depósitos denominados turberas. Forma una serie que va desde la turba, pasando por los lignitos, los carbones subbituminosos, los carbones bituminosos o hullas, hasta los carbones antracíticos. La posición de un carbón en esta serie se denomina rango; de esta forma, el lignito es un carbón de bajo rango, mientras en el otro extremo, la antracita es un carbón de alto rango.

La apariencia, las características físicas y la composición química varían con el rango, al igual que las características para su utilización, tales como el poder calorífico, las propiedades coquizables o el potencial de generación de gas; por lo tanto, el conocimiento del rango, es una guía para su correcta utilización.

Los cambios que la materia vegetal sufre en el curso de la alteración hacia el carbón, son denominados maduración o carbonificación. La maduración tiene lugar en dos estados: en la turbera y durante el enterramiento.

En el estado de turba el material vegetal sufre una degradación bioquímica y cuando es enterrado, el progresivo aumento en la cobertera y el aumento de temperatura, conducen la materia orgánica a través de una maduración dinamo-térmica que lentamente cambia la turba en carbón. El carbón así formado y preservado, constituye los yacimientos actuales, que son acumulaciones de carbón con espesores, cantidad y calidad tales que sean económicamente extractables.

A grandes rasgos, el estudio de un yacimiento de carbón incluye la exploración general y detallada; la evaluación del recurso y la implementación de un proyecto para su extracción y mercadeo.

Estos aspectos del carbón en Colombia se describen más adelante, agrupados en regiones, zonas y subzonas.

Los estudios del carbón en Colombia han tenido avances significativos, no solo dentro de proyectos específicos como los de El Cerrejón, sino a nivel de estudios más generales denominados "Estudios de Caracterización" en los cuales se determinan las características físico-químicas y petrográficas de los carbones de un área, con el fin de llegar a un conocimiento lo más completo posible del material que compone el carbón, para saber con certeza su comportamiento en las diferentes utilidades industriales.

2.2. Origen y situación geológica de los carbones colombianos

Existen en la historia geológica tres grandes épocas de formación de carbones: Los del Carbonífero, que corresponden a carbones euro-americanos del hemisferio norte; los del Pérmico, desarrollados bajo condiciones un poco diferentes a los anteriores; en el hemisferio sur, son llamados carbones de Gondwana y por último los carbones más jóvenes, formados en el Mesozoico Superior y en el Cenozoico, tanto en América como en Europa a los cuales pertenecen los carbones colombianos.

El actual territorio colombiano estuvo cubierto por el mar casi en su totalidad durante el Cretáceo, a finales del cual comienza su retirada. Esta regresión marina dejó una gran llanura aluvial que ocupó longitudinalmente toda la superficie

formada hoy en día por la Cordillera Oriental y parte de lo que ocupan los Llanos Orientales. En esta llanura de unos cientos de kilómetros de amplitud y con la línea de costa hacia el occidente, se formaron los depósitos de carbón o turberas en pantanos o ciénagas paralelos a la costa, variando a través del tiempo su distancia al mar. De esta forma se depositaron en primer lugar los carbones más orientales durante el Cretáceo Superior (Maestrichtiano) correspondiendo a los que actualmente se localizan en los departamentos de Norte de Santander, Santander, Cundinamarca y Boyacá.

Posteriormente la línea de costa en el Terciario (Paleoceno) se mueve un poco hacia el occidente y se depositan principalmente los carbones de La Guajira y Cesar, aunque continúa su depósito en Norte de Santander, Santander, Boyacá y Cundinamarca.

Finalmente, después de diversos eventos, se depositan principalmente los carbones de Antioquia, Valle y Cauca durante el Terciario Medio y Superior (Oligoceno y Mioceno); en este momento la línea de costa estaba posiblemente muy cerca a la actual. Estos últimos carbones tuvieron una mayor influencia marina que los carbones del Cretáceo Superior y el Terciario Inferior, la cual ha sido determinada por la presencia de varios horizontes fosilíferos netamente marinos, intercalados con aquellos carbones.

Aunque durante el Cretáceo Inferior y Superior y el Terciario Superior, existen depósitos de materiales carbonosos y estratos de carbón, en general ellos son de formas lenticulares y con continuidad muy limitada para considerar que forman yacimientos importantes. Los estratos carbonosos correspondientes a estas edades se encuentran principalmente en Norte de Santander, Santander, Boyacá y Cundinamarca.

Indudablemente, lo aquí planteado es sólo un esbozo de la situación geológica de los carbones, cuya comprensión está avanzando actualmente con el incremento de los estudios de la petrografía del carbón y el desarrollo de modelos sedimentarios en la geología de Colombia.

3. DESCRIPCION DE LAS REGIONES Y ZONAS CON CARBON EN COLOMBIA

La falta de un verdadero conocimiento de los recursos minerales, energéticos e hídricos de un país, es una de las principales causas del subdesarrollo económico.

Por esta razón, se considera necesaria la actualización de los datos sobre el carbón en Colombia, con el fin de mostrar el cuadro más exacto posible de este valioso recurso energético, utilizando la nomenclatura de Regiones, Zonas y Subzonas para describir los carbones existentes en el país.

Este trabajo es un resumen del potencial y de las posibilidades de desarrollo del carbón en cada región geográfica, desarrollo que depende de las condiciones específicas del mercado y del impulso económico que genere cada región.

El país se ha dividido desde el punto de vista geográfico y de mercadeo en cinco regiones denominadas: Atlántica, Central, Pacífica, Borde Llanero y Amazónica.

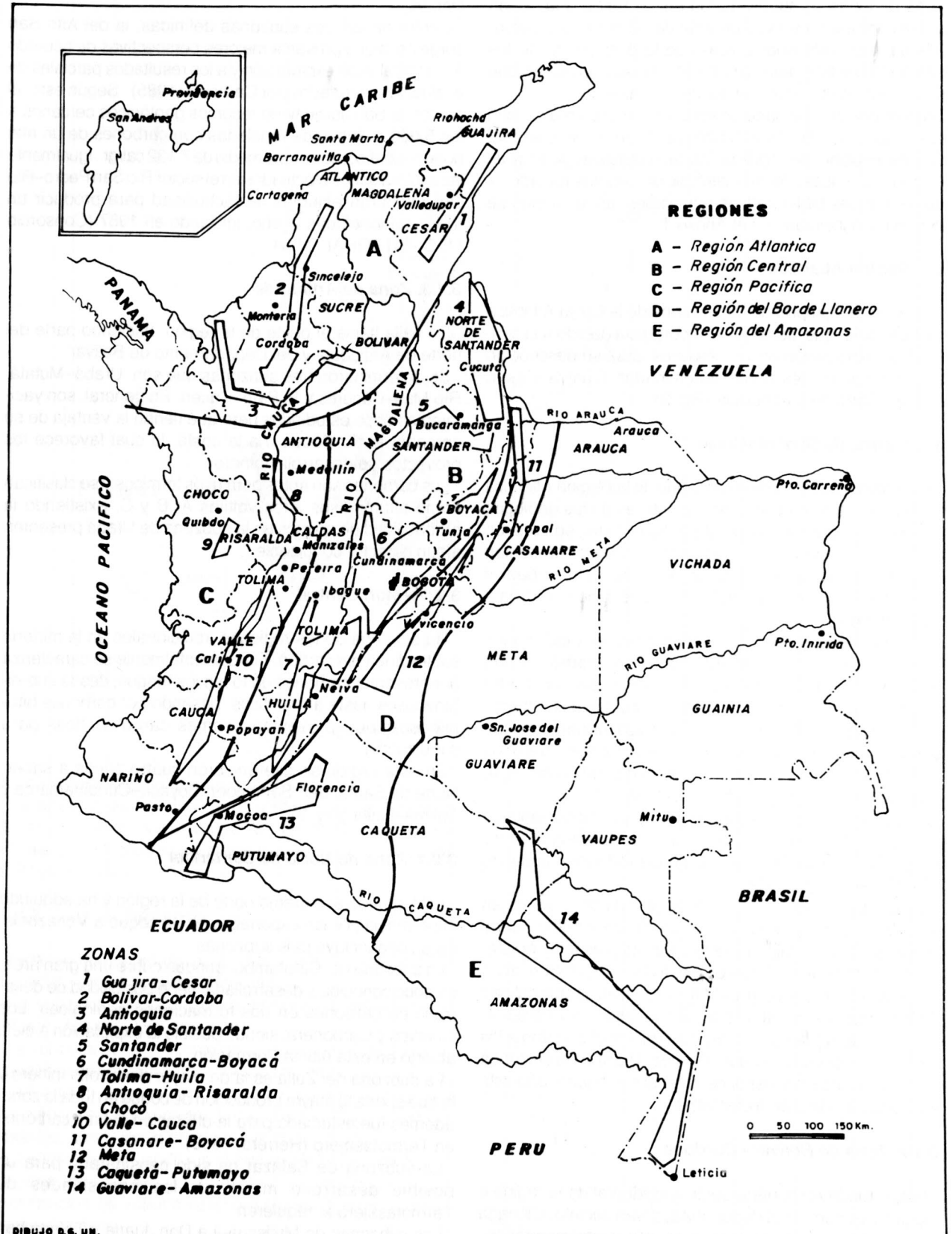


Fig. 1 Distribución de las regiones y Zonas con carbón en Colombia

Las regiones se subdividieron en 14 zonas (Fig. 1) las cuales agrupan a su vez un total de 50 subzonas carboníferas. Con esta nueva visión de la distribución de los carbones, se han determinado 15 nuevas subzonas que deben ser objeto de investigación y evaluación.

A continuación se hace un resumen de cada región, con sus respectivas Zonas y Subzonas. Además, se presenta una descripción detallada de las características geológicas y físico-químicas, de su clasificación, de sus recursos y de las fuentes bibliográficas principales, en las tablas de información incluidas en el Anexo 1.

3.1. Región Atlántica

Esta región comprende toda la zona de la Costa Atlántica de Colombia, que tiene gran importancia debido a la facilidad de exportación de los carbones; para su descripción se subdividió en tres zonas denominadas: Guajira-Cesar, Bolívar-Córdoba y Antioquia (Fig. 2).

3.1.1. Zona de Guajira-Cesar

Está situada en el extremo noroeste de la Región Atlántica y atrajo, durante muchos años, el interés de los geólogos por su gran potencial carbonífero; hoy en día, se tiene un conocimiento adecuado de esta zona; en ella se presentan los mantos de carbón más gruesos de todo el país y comprende las subzonas de La Jagua de Ibirico - La Loma y El Cerrejón.

La subzona de El Cerrejón está dividida en tres bloques que alcanzan un área de 800 Km². Los carbones son bituminosos altos volátiles de tipo B, con un poder calorífico promedio de 6.555 cal/gr; un contenido promedio de azufre del 0.6 % y un 8.5% de cenizas, parámetros que son comparables e incluso ventajosos con respecto a otros carbones ofrecidos en el mercado internacional, especialmente para generación térmica.

Actualmente en la subzona de El Cerrejón, se adelanta un gran proyecto minero por contrato de asociación entre INTERCOR Y CARBOCOL, con una producción anual de 15 millones de toneladas.

En la subzona de La Jagua de Ibirico-La Loma se toman actualmente decisiones con el fin de desarrollar varios proyectos de gran minería; esta subzona presenta características sobresalientes como su cercanía al Cerrejón, al río Magdalena y al ferrocarril del Atlántico; la aceptable calidad de los carbones de rango bituminoso, altos en volátiles A, B y C (Mejía & Mateus, 1978) y un potencial cercano a los 8.000 millones de toneladas (Gómez, 1985) en el sector La Loma-El Descanso; estas características hacen que esta subzona sea de gran expectativa.

3.1.2. Zona de Bolívar-Córdoba

Está situada en la parte centro-occidental de la región e incluye tres subzonas denominadas San Jacinto, Ciénaga de Oro y Alto de San Jorge. Ha adquirido cierta importancia, al comprobarse la existencia de carbón en cantidades apre-

ciables.

Dentro de las tres subzonas definidas, la del Alto San Jorge es la que presenta mejores perspectivas de acuerdo a los trabajos de exploración y a los resultados parciales de evaluación reportados por Carbocol (1985). Según esto, el sector de San Jorge tiene recursos geológicos cercanos a los 5.000 millones de toneladas con carbones de un alto poder calorífico, con un promedio de 7.132 cal/gr. Igualmente las exploraciones efectuadas en el sector Río San Pedro-Río Uré muestran estudios de factibilidad para producir un millón de toneladas al año, iniciando en 1987 (Consorcio I.E.C.-INTEGRAL, 1984).

3.1.3. Zona de Antioquia

Se halla hacia el oeste de la región, haciendo parte del norte de Antioquia y del Departamento de Bolívar.

Se determinaron tres subzonas que son: Urabá-Mutató, Río Man-Cáceres y El Pato-Cacerí. En general, son yacimientos poco estudiados pero que tienen la ventaja de su cercanía al río Cauca o a la costa, lo cual favorece los proyectos de desarrollo minero.

Los carbones son aptos para usos térmicos y se clasifican como bituminosos altos volátiles A, B y C, existiendo la probabilidad de que los de la subzona de Urabá presenten algún carácter coquizable.

3.2 Región Central

Ha sido una de las regiones tradicionales en la minería subterránea del carbón. Fundamentalmente se caracteriza por presentar carbones de todos los rangos, desde sub-bituminosos hasta antracíticos, pasando por carbones bituminosos, que presentan óptimas características para coquización.

En esta región se diferenciaron cuatro zonas a saber: Norte de Santander, Santander, Boyacá-Cundinamarca y Tolima-Huila (Fig. 3).

3.2.1. Zona de Norte de Santander

Está situada al extremo norte de la región y ha adquirido importancia por las exportaciones de coque a Venezuela. Esta zona incluye seis subzonas:

La subzona del Catatumbo, aunque cubre una gran área, es poco conocida y desarrollada; tiene posibilidad de desarrollo de carbones en dos formaciones geológicas, Los Cuervos y Carbonera, siendo posible la explotación a cielo abierto en esta última Formación.

La subzona del Zulia es la de mayor desarrollo minero y la que aporta la mayor producción de coque en toda la zona; además fue estudiada para la utilización de sus carbones en Termotasajero (Herrera, 1980).

La subzona de Salazar ha sido considerada para un posible desarrollo minero si las necesidades de Termotasajero lo requieren.

Las subzonas de Mutiscua-La Don Juana y Toledo han tenido una minería artesanal tradicional, siendo importantes

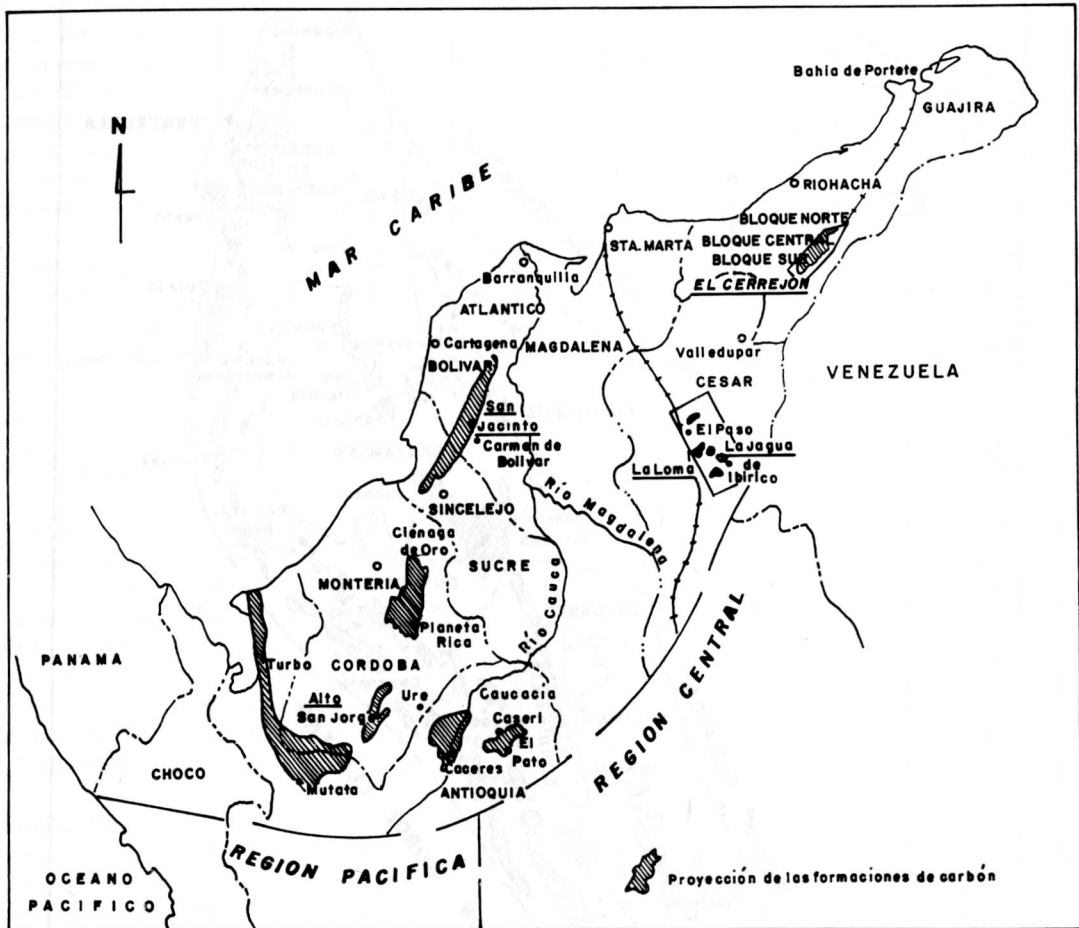


Fig. 2 Región Atlántica de Colombia

las características de coquización de sus carbones.

La subzona del Páramo del Almorzadero ha tenido poco desarrollo minero, sin embargo, es importante la presencia en ella de carbones antracíticos y semiantracíticos (Mejía & Royero, 1982).

3.2.2. Zona de Santander

Esta zona ha tenido poco desarrollo minero debido especialmente a la falta de mercados.

La subzona de Miranda–Mogalavita ha tenido minas artesanales para uso doméstico.

La subzona de San Vicente de Chucurí–San Luis presenta buenas perspectivas para su desarrollo, principalmente por su ubicación cercana al río Magdalena y por el rango de los carbones, considerados como altos volátiles a medios volátiles, con buenas propiedades coquizantes.

La subzona de Landázuri–Territorio Vásquez ha tenido épocas de desarrollo minero con cierto grado de tecnificación; es importante en ella la presencia de carbones semiantracíticos.

3.2.3. Zona de Boyacá–Cundinamarca

Es la más importante de la Región Central por tener la mayor actividad minera subterránea y el mayor número de subzonas, llegando a un número de once, las cuales se describen a continuación.

La subzona de Paz del Río ha sido muy importante por su aporte al desarrollo siderúrgico del país siendo sus carbones la base para los procesos de coquización en la siderúrgica de Paz del Río.

La subzona Tunja–Paipa–Duitama contiene principalmente carbones para uso térmico, siendo la fuente principal de abastecimiento para la termoeléctrica de Paipa.

La subzona de Albarracín fue explorada en los últimos años por Carbocol y presenta carbones para uso térmico.

La subzona Chinavita–Laguna de Tota, es la más oriental de la subzona y ha tenido poco desarrollo minero, debido a la falta de mercados.

La subzona de Cogua–Samacá es tal vez la más importante de toda la zona por presentar los mejores carbones coquizables del país. En ella se adelantaron exploraciones conjuntas con España y Brasil, con el fin de efectuar una

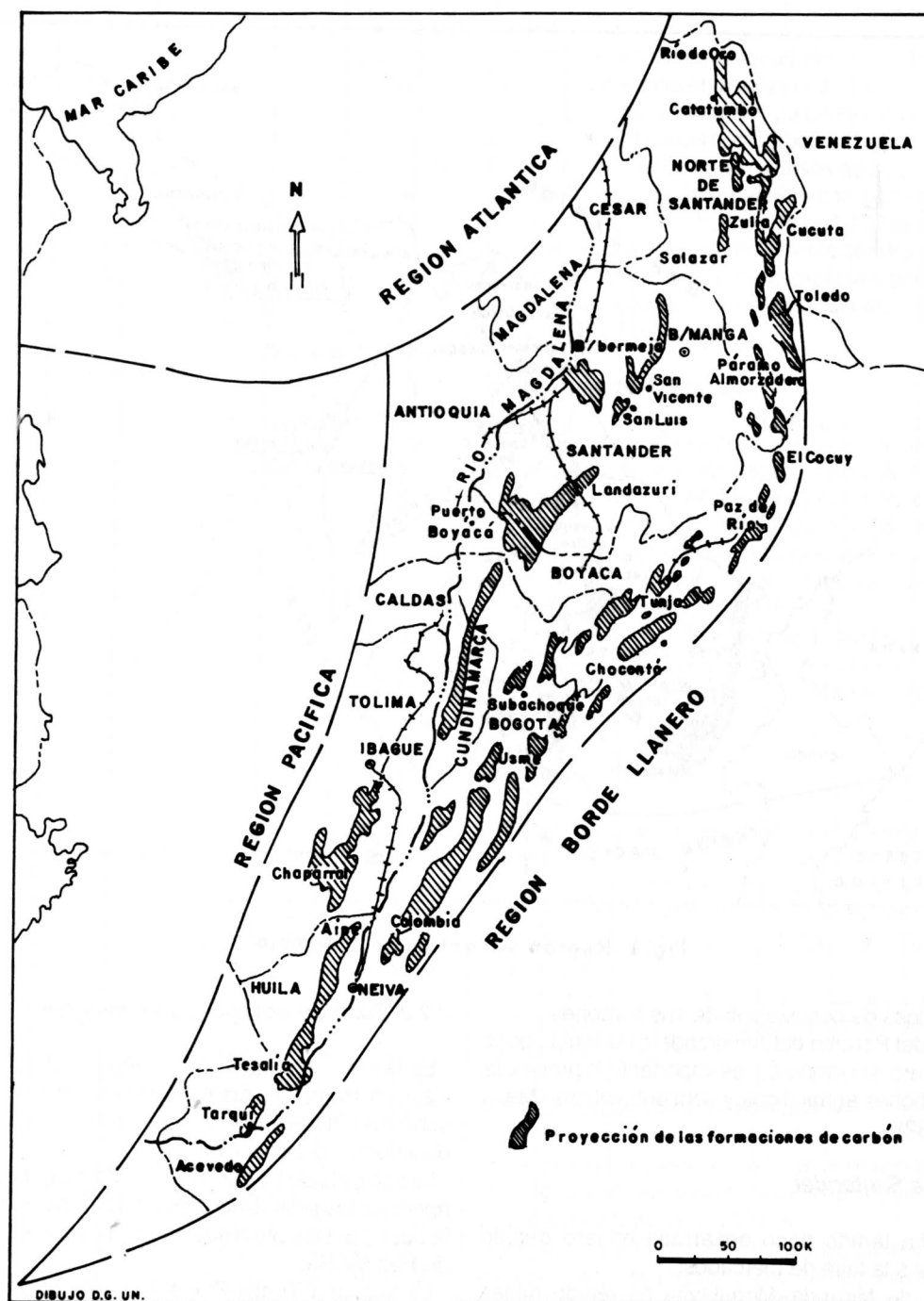


Fig.3. Región Central de Colombia

minería tecnificada, que permitiera la extracción y exportación de los carbones.

En esta subzona coexiste la minería artesanal, con la tecnificada. Es necesario vencer obstáculos de infraestructura como la poca capacidad del ferrocarril actual y la falta de un puerto, para pensar en la exportación de estos carbones, que tendrían un mercado excelente. Ingeominas

ha efectuado diversos trabajos de exploración y caracterización de los carbones (Pérez *et al.*, 1985) que demuestran la presencia de los mejores carbones coquizables hacia el norte de dicha subzona.

La subzona de Guaduas es interesante por la cercanía al río Magdalena y por la presencia de carbones coquizables; puede ser un buen proyecto para desarrollos futuros.

La subzona de Río Frio ha tenido poco desarrollo, debido a la falta de un mercado continuo, no obstante su proximidad a la capital; la termoeléctrica de Zipaquirá ha ampliado sus posibilidades de desarrollo.

Las subzonas de Chocontá-La Calera, Bogotá-Usme y Páramo de Sumapaz han tenido minas ocasionales y su conocimiento geológico es muy bajo; podrían presentar importantes expectativas debido a su ubicación cerca a la capital.

La subzona de Subachoque-La Pradera presenta carbones coquizables pero su desarrollo minero ha sido casi nulo.

La subzona de El Salto-Fusagasugá tuvo un gran auge en la época del ferrocarril; hoy en día la actividad minera es nula.

3.2.4. Zona Tolima-Huila

Está localizada en la parte sur de la Región Central; se ha dividido en tres subzonas caracterizadas fundamentalmente por su bajo conocimiento geológico. Se han denominado: San Bernardo - Cunday - Colombia, Neiva y Acevedo.

En general sus carbones se presentan en capas que no llegan a un metro de espesor y se discute si se trata de carbones cretáceos o terciarios. Por ello es indispensable un plan de exploración para definir el potencial de carbón de estos dos Departamentos.

3.3. Región Pacífica

Esta región ocupa toda la franja occidental del país, desde Nariño hasta los límites del Chocó con la República de Panamá. Es una de las regiones más importantes del país y dada su extensión, se ha dividido en tres zonas denominadas: Antioquia-Caldas, Chocó y Valle-Cauca, que cubren el mercado doméstico y presentan posibilidades de exportación por la costa pacífica o hacia el Ecuador (Fig. 4).

3.3.1. Zona Antioquia-Risaralda

Su desarrollo minero data del siglo pasado y actualmente tiene minas medianamente tecnificadas que coexisten con la minería artesanal. La posibilidad del funcionamiento de la termoeléctrica de Bolombolo, le permitiría un desarrollo minero favorable. Igualmente se ha planteado desde tiempo atrás la posibilidad de un desarrollo carboquímico aprovechando los carbones altos en volátiles de la zona.

La subzona de Amagá-Sopetrán es la más desarrollada de esta zona, presenta minería subterránea y a cielo abierto; en ella se han efectuado estudios detallados de exploración (Pulido, 1980), con el fin de contribuir a su desarrollo; en esta subzona se definieron carbones predominantemente de rango bituminoso, altos en volátiles de tipo C, aunque existen variaciones hasta semiantracíticos. Esta subzona se considera como la segunda más importante del país por su producción y tecnificación.

La subzona de Riosucio-Quinchía presenta poco



Fig. 4 Región Pacífica de Colombia

desarrollo minero y pocas perspectivas debido principalmente a lo irregular del yacimiento, el cual es afectado por intrusiones terciarias.

3.3.2. Zona del Chocó

Esta zona es de expectativa y existen varios países, como Corea del Sur, interesados en ella, debido a la posibilidad de exportación de los carbones por el Océano Pacífico; sin embargo su conocimiento geológico es muy impreciso; se puede decir que presenta carbones de rango bituminoso, altos en volátiles A, que son aptos para uso térmico; están localizados en los alrededores de la población de Tadó.

3.3.3. Zona del Valle del Cauca y Cauca

Es la tercera en importancia en el país y presenta características mineras especiales como su explotación en "escalones invertidos" debido a la verticalidad de los yacimientos. Se ha dividido en cuatro subzonas.

La subzona Cartago-Sevilla tiene muy poco conocimiento geológico y es necesario desarrollar en ella una exploración intensiva con el fin de conocer su potencial.

La subzona Cali-Suarez ha sido la más tradicional en la minería del carbón, en el sur de la región. Ha sido subdividida en sectores con leves variaciones entre unos y otros, siendo los principales: El sector de Golondrinas que es el de más antigua explotación y el de La Cascada-Lili, donde se han desarrollado las minas más tecnificadas; igualmente fue importante el sector de San Francisco donde existió una planta lavadora; actualmente se halla en decadencia.

La subzona de El Playón-El Tambo, adquirió interés a partir de trabajos de exploración desarrollados por Ingeominas para Procarbón de Occidente (Pulido, 1983). Estos carbones presentan un rango entre bituminosos, medios y altos volátiles, aptos para uso térmico y algunos con capacidad de coquización.

La subzona El Bordo-Mercaderes es la más meridional de la zona y sólo hasta 1986 se acometió su exploración; los carbones son bituminosos altos en volátiles.

3.4. Región de El Bordo Llanero

Se ha definido esta región con base en el reporte de carbones a lo largo del piedemonte de la Cordillera Oriental, desde Arauca hasta Putumayo. El mercadeo de esta región estaría restringido a ella misma o se buscaría su salida por vía fluvial a Venezuela o a Brasil (Fig. 5).

3.4.1. Zona Arauca-Casanare

Se ubica hacia el extremo norte de la región y se asume la existencia de carbones por continuidad de las formaciones que los contienen en Norte de Santander y por algunas referencias verbales; su conocimiento geológico es muy escaso. Comprende las subzonas de Cubará y Yopal.

3.4.2. Zona del Meta

El estudio de yacimientos económicos de carbón en esta zona, sería de gran importancia para su desarrollo, al utilizarse en forma de briquetas para usos de secado o en pequeñas térmicas. Se han considerado tres subzonas:

La subzona Guatiquía-Serranía de Las Palomas; comprende estudios geológicos regionales, los cuales demuestran la existencia de carbón, sin haberse definido su potencial.

La subzona de Villavicencio-Acacias presenta poco conocimiento geológico; sin embargo se han determinado carbones de rango altos en volátiles A, que podrían presentar características favorables de coquización.

La subzona de San Juan de Arama ha tenido algunas

exploraciones para petróleo que han mostrado capas de carbón, algunas de las cuales han sido determinadas en superficie, dando carbones bituminosos altos en volátiles B.

3.4.3. Zona Caquetá-Putumayo

Ocupa el extremo sur de la región del Bordo Llanero; geológicamente es poco conocida y es necesario desarrollar en ella proyectos de exploración con el fin de participar en su desarrollo social e industrial; se subdividió en las subzonas de San Vicente del Caguán y Mocoa.

La subzona de San Vicente del Caguán no tiene estudios geológicos y sólo existen referencias inexactas de sus carbones.

La subzona de Mocoa, también con datos muy fragmentarios de los carbones, presenta según los análisis, carbones bituminosos altos volátiles, aptos para uso térmico.

3.5. Región Amazónica.

Esta región se encuentra en una etapa muy preliminar de exploración geológica, sin embargo, la necesidad de fuentes de energía hace importante el desarrollo de la exploración para carbón (Fig. 6). Se ha definido inicialmente una zona, denominada Guaviare-Amazonas, a la cual pertenecen tres subzonas:

La subzona de Dos Rios, en las cercanías de la serranía de Chiribiquete sobre el río Apoporis y la subzona de Aracua sobre el río Caquetá, presentan capas de carbón determinadas muy localmente (Galvis, 1979).

La subzona de Leticia ha tenido algunas exploraciones con el objeto de determinar la localización de capas de carbón que según resultados preliminares presenta carbones subbituminosos aptos para combustión.

4. RECURSOS DE CARBON

La presentación de los recursos de carbón, comprende no sólo su cantidad y calidad, sino también su estado de conocimiento. Por tal razón, se han definido las relaciones entre el área total del país cubierta por las formaciones geológicas que contienen carbón, con respecto a las áreas que han sido evaluadas; observándose que sólo un 16 % del área total ha sido evaluada; con el fin de dar una idea de la magnitud de la exploración adelantada y de la que aún falta se presentan gráficamente dichas relaciones para cada una de las regiones (Fig. 7). Es necesario anotar que dentro de las áreas evaluadas, el grado de la evaluación varía entre recursos geológicos y reserva base.

Respecto a la cantidad de carbón, se ha definido un recurso total aproximado de 42.000 millones de toneladas métricas, del cual se presenta gráficamente el porcentaje por regiones (Fig. 7), observándose que la Región Atlántica es la que tiene mayores recursos; este dato comprende la reserva base y los recursos geológicos. La reserva base es la cantidad de carbón utilizable para proyectos mineros e incluye las llamadas reservas medidas, indicadas e inferidas

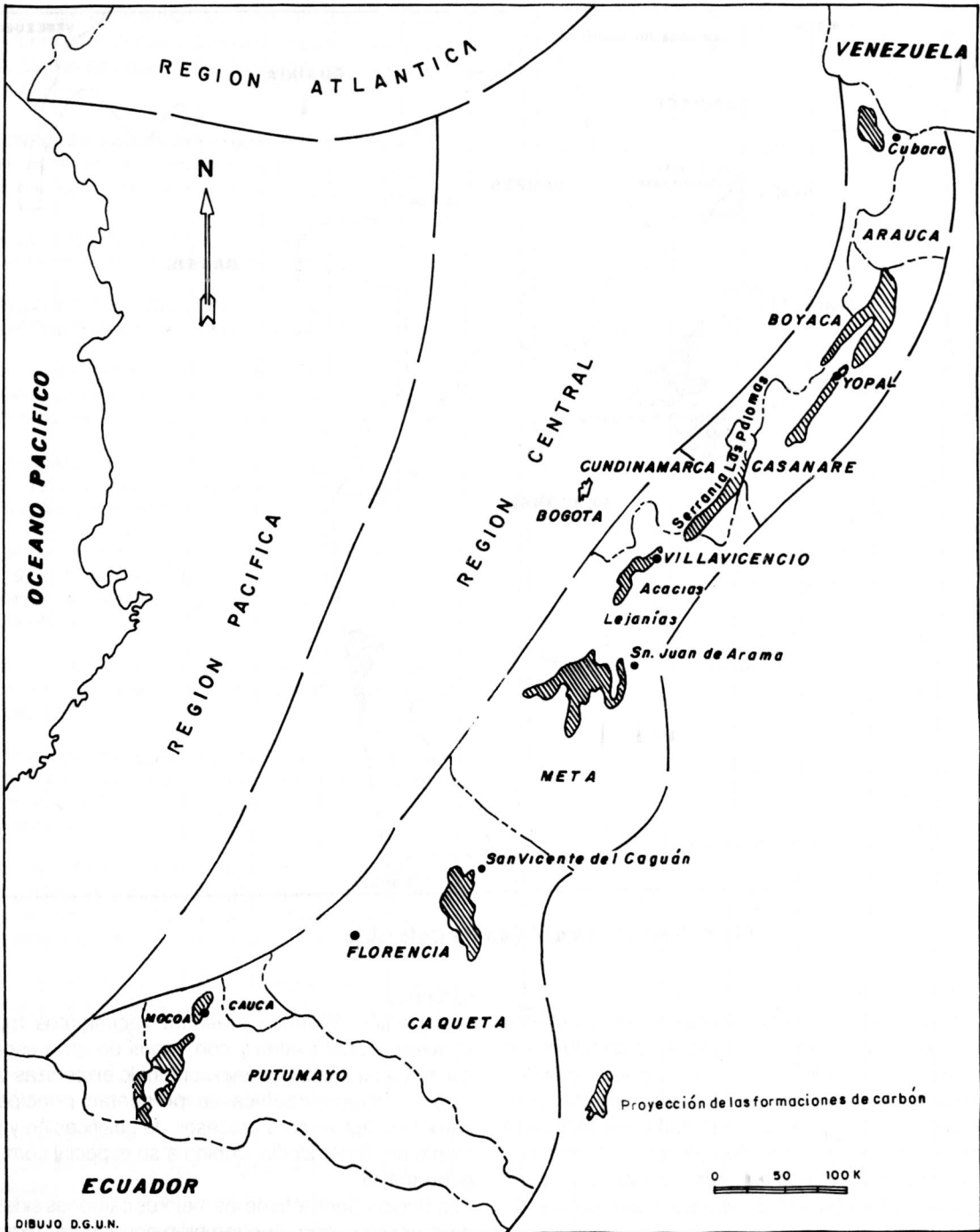


Fig.5. Región del borde llanero de Colombia

o las reservas probables y posibles; igualmente los recursos medidos, indicados e inferidos.

Además se determinaron los recursos geológicos, que están compuestos por las reservas potenciales, los recursos hipotéticos y los recursos especulativos. De la reserva base se discriminaron las reservas medidas e indicadas en cada

región; es importante anotar que las mayores reservas medidas corresponden a la Región Atlántica, debido al proyecto de El Cerrejón y las mayores reservas indicadas son predominantemente de la Región Central que ha sido una de las regiones mejor estudiadas; los datos sobre los recursos y reservas en todas las regiones, se transcriben

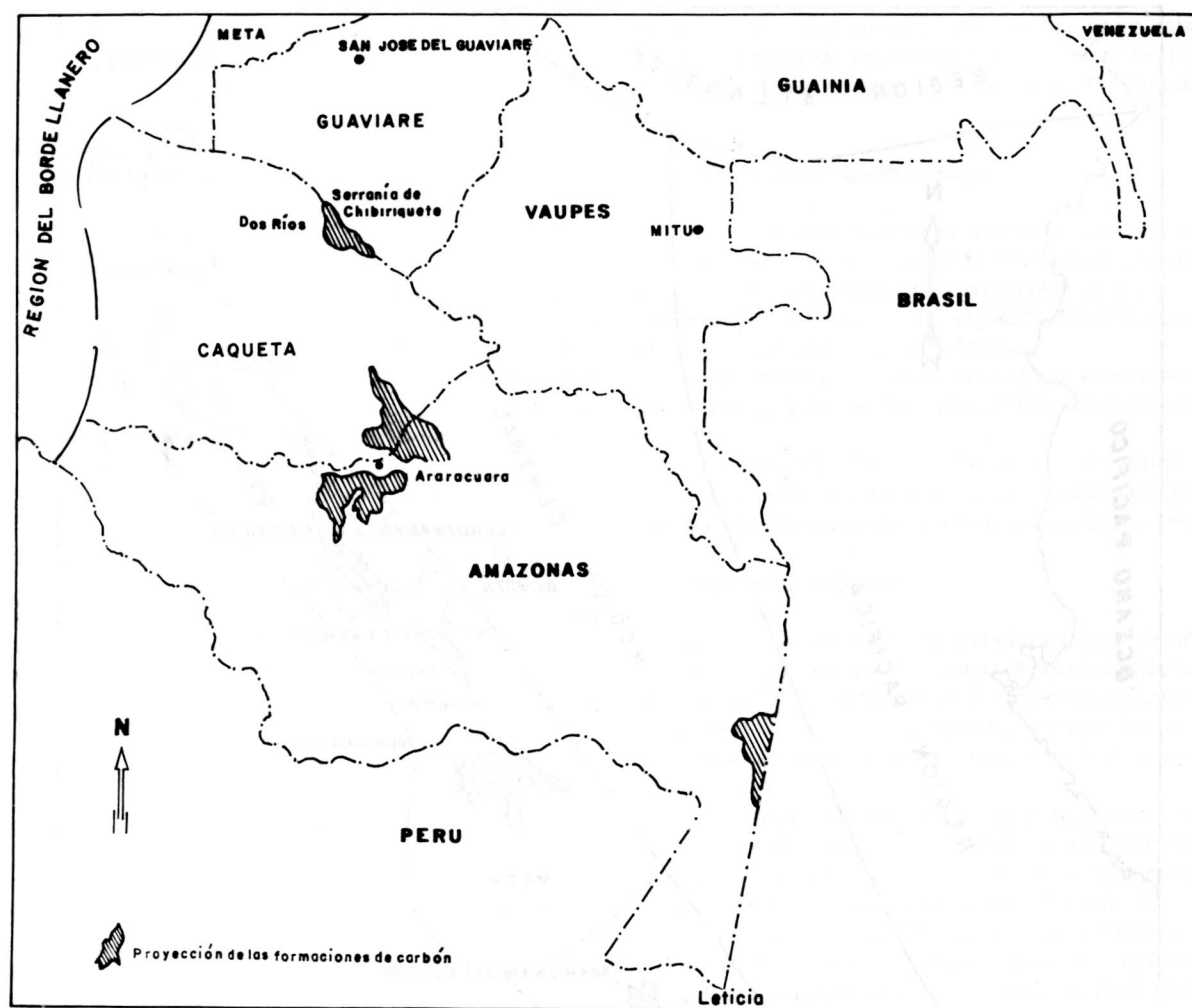


Fig. 6. Región Amazónica de Colombia

en la tabla del Anexo 1.

En cuanto a la calidad de los carbones es tal la variedad en cada una de las regiones que aún no se ha podido definir una repartición sistemática; de manera general se puede decir que sobresalen en la Región Atlántica carbones para usos térmicos; en la Región Central, carbones para usos coquizables; en la Región Pacífica para usos térmicos y carboquímicos; en la Región del Bordo Llanero para usos térmicos y en la Región Amazónica para uso térmico de menor capacidad.

5. CONCLUSIONES

Es indudable que los carbones colombianos tienen un puesto muy importante a nivel mundial, debido a varias características favorables entre las cuales están: su acceso a los dos océanos, la variedad de sus calidades y sus abundantes recursos.

De las cinco regiones en que se dividió el país, la Atlántica y la Pacífica tienen facilidades para la exportación de los

carbones.

La Región Atlántica presenta yacimientos muy horizontales, superficiales y con capas de gran espesor de carbones térmicos con bajo contenido en cenizas y azufre.

En la Región Pacífica se presentan principalmente carbones aptos para procesos de gasificación y posiblemente de licuefacción, debido a su especial composición petrográfica.

La Región Central tiene los mejores carbones siderúrgicos de América Latina, que también podrían ser exportados, después de resolver algunos problemas para sacarlos de la región montañosa.

Los recursos totales de 41.742 millones de toneladas, garantizan la posibilidad de un gran desarrollo de proyectos geológicos y mineros de diversas magnitudes; además la reserva base de 7.700 millones de toneladas, ofrece la posibilidad de un desarrollo inmediato de dichos carbones, mediante la ejecución de proyectos mineros, principalmente en las zonas de Guajira-Cesar y Boyacá-Cundinamarca, dentro de las 14 zonas definidas.

Además, entre las 50 subzonas determinadas, se considera que la tercera parte encierra carbones muy poco estudiados, para los cuales hay que desarrollar ambiciosos proyectos de exploración.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(El número entre paréntesis al final de cada referencia, corresponde a la columna Fuente Bibliográfica, en la Tabla del Anexo 1)

CARBOL (1985, 1992): Informes técnicos para Ingeominas.- Vicepresidencia Técnica, Carbocol, Bogotá. (1)

CONSORCIO IEC-INTEGRAL (1984): Estudios para la formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero, IEC., Bogotá. (2)

DURAN, R.; HERRERA, B.; BLANCO, G.; MEJIA, L.J. (1976): Geología y Recursos Carboníferos del Área de San Luis (Santander).- Ingeominas, informe 1700, Bogotá. (3)

DURAN, R.; SANCHEZ, C.; ANGARITA, L.; Zambrano, F.; Uribe, C. (1979): Zonas Carboníferas de Colombia.- Ingeominas, Pub. Geol. Esp. n° 3, Bogotá. (4)

DURAN, R.; MOJICA, P.; ALVARADO, B.; LOBO-GUERREO, A. (1981): Evaluación de Reservas de Carbón en siete Zonas de Colombia.- Ingeominas, Pub. Geol. Esp. n° 6, Bogotá. (5)

GALVIS, J.; HUGUETT, A.; RUGE, P. (1979): Geología de la Amazonía Colombiana.- Ingeominas, Bol. Geol. Vol. XII, n° 3, Bogotá. (6)

GOMEZ, H. (1985): Principales estructuras carboníferas y alternativas para una Central Térmica de 600 Mw. en el valle del Cesar.- VI Congreso Latinoamericano de Geología. Bogotá. (7)

HERRERA, B.; ANGARITA, L.; SANCHEZ, C.; ROYERO, J.M.; NIGRINIS, R. (1980): Geología y Recursos Carboníferos de las Áreas de El Zulia y Salazar (Norte de Santander).- Ingeominas, informe 1808, Bogotá. (8)

HERRERA, B.; ROYERO, J. (1981): Geología y recursos carboníferos de Quinchía (Risaralda).- Ingeominas, informe 1866, Bogotá. (9)

INGEOMINAS (1980-1986): Reportes de análisis químicos.- Subdirección de Investigaciones Químicas. (10)

MEJIA, L. J.; MATEUS, L.E. (1977): Recursos carboníferos de La Jagua de Ibirico, Cesar.- Ingeominas, informe 1732, Bogotá. (11)

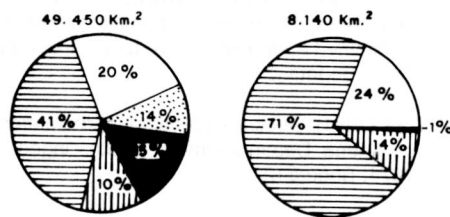
MEJIA, L. J.; SANCHEZ, C.; ANGARITA, L.; GIL, E. (1980): Áreas carboníferas del Departamento de Norte de Santander.- Ingeominas, informe 1807, Bogotá. (12)

MEJIA, L.J.; ROYERO, J.M. (1982): Recursos Carboníferos del Páramo de Almorzadero.- Ingeominas, informe 1870, Bogotá. (13)

MEJIA, L. J.; FRANCO, F. (1985): Estudio preliminar de los carbones del área de Urabá.- Departamento de Antioquia. Ingeominas, informe 1946, Bogotá. (14)

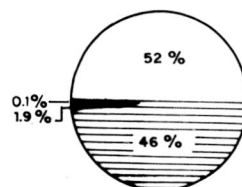
MEJIA, L. J.; Pulido, O. (1987): Evaluación de los recursos carbo-

AREA TOTAL POR REGIONES AREA EVALUADA POR REGIONES



RECURSOS TOTALES

41.743 mill. ton.



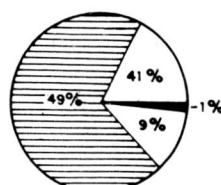
RESERVA BASE MEDIDA

5.852, 5 mill. ton.



RESERVA BASE INDICADA

1.857, 8 mill. ton.



DIBUJO: JMA, D.G. UN

Fig. 7

níferos de los sectores El Jupal, El Carmen y Guayabal, zona de Chinavita, Umbita, Tibaná, Departamento de Boyacá.- Ingeominas, informe 2023, Bogotá. (15)

MEJIA, L.J.; TORRES, P.; ANGARITA, L. (1988): Estudio de los carbones en las áreas de El Hoyo, Baraya y Guanabanal (Cauca).- Ingeominas, informe 2066, Bogotá. (16)

MUTIS, V. (1983): Catálogo de yacimientos, prospectos y manifestaciones minerales de Colombia.- Ingeominas, Publ. Geol. Esp. n° 13, Bogotá. (17)

NIGRINIS, R.; PULIDO, O.; ANGARITA, L. (1982): Recursos carboníferos de la zona Tunja, Paipa, Duitama.- Ingeominas, informe 1868, Bogotá. (18)

NIGRINIS, R.; MEJIA, L.J.; MARIÑO, J.; ARBOLEDA, C. (1982): Recursos carboníferos de la zona Chinavita, Umbita, Tibaná.- Ingeominas, informe 1869, Bogotá. (19)

- PEREZ, F.; VALDERRAMA, G.; BLANCO, G.; GONZALEZ, L.; GARCIA, F. (1985): Caracterización de Carbones Colombianos. Zona de Checua-Lenguazaque.- Ingeominas, informe 1933. Bogotá.(20)
- PULIDO, O.; DE LA PEÑA, R; DURANGO, J.; BLANCO, G. (1980): Geología y Recursos Carboníferos del Area de Amagá-Venecia- La Albania (Antioquia).- Ingeominas, informe 1815. Bogotá.(21)
- PULIDO, O. (1981): Geología y recursos carboníferos de San Juan de Arama, Departamento del Meta.- Ingeominas, informe 1871. Bogotá.(22)
- PULIDO, O.; VERGARA, H. (1983): Geología y Recursos de Carbón del Area del Río Inguito-El Tambo, Departamento del Cauca.- Ingeominas, informe 1910. Bogotá.(23)
- RECURSOS MINERALES DE COLOMBIA (1987): (segunda edición).- Ingeominas, Publicaciones Geol. Esp. nº 1. pag. 1053.(24)
- RIVERA, A. (1965): Informe preliminar de la zona carbonífera del municipio de Tadó.- Servicio Geológico Nal. informe 1497, Bogotá.(25)
- ULLOA, C.; RODRIGUEZ, E. (1981): Geología del cuadrángulo K-13, Tauramena. Ingeominas, informe 1706, Bogotá.(26)

Manuscrito recibido, Julio de 1993

ANEXO 1

REGIONES Y ZONAS CON CARBON EN COLOMBIA - TABLA DE RESUMEN

A. REGION ATLANTICA

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS GEOLOGICAS | | | | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|--|
| | | AREA TOTAL (Km ²) | AREA EVALUADA (Km ²) | NUMERO DE MANTOS | LIMITE DE ESPESOR | CARBONO FIJO (%) (CSA) | CENIZAS (%) (CSA) | AZUFRE (%) (CSA) | PODER CALORIFICO Cal/gr. (CSA) | |
| 1. GUAJIRA-CESAR | CERREJON BLOQUE NORTE | 480 | 21 | 15-25 | 0.6- 26.0 | 45.0-52.5 | 5.5-11.5 | 0.4-0.8 | 6416-6805 | |
| | CERREJON BLOQUE CENTRAL | 200 | 5 | 15-25 | 0.6- 26.0 | 44.0-59.0 | 1.1-12.4 | 0.5-0.7 | 6158-8055 | |
| | LA JAGUA IBIRICO -LA LOMA | 1500 | 800 | 6-9 | 0.8-6.2 | 25.9-56.7 | 1.4-17.0 | 0.2-3.8 | 4047-7513 | |
| 2. BOLIVAR-CORDOBA | SAN JACINTO | 1200 | 400 | 1 | 0.6 | 24.8-36.5 | 13.5-35.5 | 1.0-8.1 | 3375- 4840 | |
| | CIENAGA DE ORO | 1300 | 5 | 2 | 0.6-2.5 | 15.2-47.0 | 2.2-35.7 | 1.2-3.3 | 3900-5600 | |
| | ALTO SAN JORGE | 800 | 700 | 7 | 0.6-3.7 | 29.4-37.3 | 3.3-23.3 | 0.3-3.1 | 5900-7250 | |
| 3. ANTIOQUIA | URABA-CHIGO-RODO-MUTATA | 2500 | 2 | 4 | 0.6-2.7 | 33.3-46.6 | 10.0 | 3.9 | 7100 | |
| | RIO MAN-CA-RES | 1000 | 38 | 4 | 0.6-1.3 | 35.0-53.4 | 4.0-13.0 | — | 5100-5800 | |
| | EL PATO-CA-SERI | 600 | 5 | 2 | 0.6-1.0 | 34.0-43.0 | 2.5-17.5 | — | 4900-5800 | |

B. REGION CENTRAL

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS GEOLOGICAS | | | | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | AZUFRE % (CSA) | PODER CALORIFICO Cal./gr.(CSA) |
|----------------------------|--|-------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--|----------------------|--------------------------------------|
| | | AREA TOTAL (Km ²) | AREA EVALUADA (Km ²) | NUMERO DE MANTOS | LIMITE DE ESPESOR (m) | CARBONO FIJO % (CSA) | CENIZAS % (CSA) | | | | |
| 4. NORTE DE SANTANDER | CATATUMBO | 2000 | 900 | 12 | 0.6-2.6 | 41.0-54.5 | 2.0-18.7 | | | 0.2-2.9 | 6026-7801 |
| | EL ZULIA | 800 | 280 | 2-5 | 0.7-2.0 | 23.6-63.2 | 2.7-14.8 | | | 0.4-0.9 | 5788-8437 |
| | SALAZAR | 120 | 15 | 3 | 0.6-2.0 | 37.8-47.9 | 4.6-13.8 | | | 0.3-0.9 | 5860-6583 |
| | MUTISCUA- LA DON JUANA | 210 | 21 | 3 | 0.6-2.2 | 25.7- 56.0 | 2.7-39.4 | | | 0.3-0.6 | 7200-8500 |
| | TOLEDO | 400 | 40 | 3-4 | 0.6-1.7 | 23.6-61.5 | 6.7-30.1 | | | 0.4-0.9 | 7163-8437 |
| 5.SANTANDER | PARAMO DEL ALMORZADERO | 1100 | 400 | 5 | 0.6-1.7 | 76.8-93.9 | 4.6-14.2 | | | 0.3-1.3 | 6085-8039 |
| | MIRANDA- MOGALAVITA | 70 | 4 | 2 | 0.6-4.0 | 50.2-74.8 | 8.0-9.2 | | | 0.6 | 6276-7404 |
| | SAN VICENTE DE CHUCURI- SAN LUIS | 1300 | 240 | 7 | 0.7-3.7 | 34.4-72.1 | 4.4-5.3 | | | 0.4-6.5 | 5059-8406 |
| | LANDAZURI- TERRITORIO VASQUEZ | 1700 | 300 | 16 | 0.6-2.0 | 76.0-90.0 | 2.0-12.0 | | | 0.6-1.2 | 7000-8200 |
| 6. BOYACA- CUNDINAMARCA | PAZ DEL RIO | 1000 | 530 | 5-8 | 0.8-3.2 | 39.0-59.0 | 4.0-19.0 | | | 0.6-1.8 | 6500-7900 |
| | TUNJA- PAIPA | 660 | 400 | 3-6 | 0.7-2.0 | 39.7-53.3 | 5.5-12.5 | | | 0.5-3.1 | 6190-7501 |
| | SUESCA- ALBARRACIN | 200 | 120 | 6-7 | 0.7-2.1 | 41.7-53.0 | 3.4-15.4 | | | 0.5 | 5291-7908 |

B. REGION CENTRAL (CONT)

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS GEOLOGICAS | | | LIMITE DE ESPESOR (m) | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | PODER CALORIFICO Cal./gr.(CSA) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|-----------|--------------------------------|
| | | AREA TOTAL (Km²) | AREA EVALUADA (Km²) | NUMERO DE MANTOS | | CARBONO FIJO % (CSA) | CENIZAS % (CSA) | AZUFRE % (CSA) | | |
| 6.BOYACA-CUNDINAMARCA | CHINAVITA-LAGUNA DE TOTA | 1000 | 50 | 5-10 | 0.6-6.0 | 23.5-51.7 | 6.5-24.5 | 0.6-2.1 | 5660-7289 | |
| | COGUA-SAMACA | 700 | 250 | 14 | 0.4-1.8 | 45.7-75.6 | 2.4-32.8 | 0.3-1.5 | 5400-8500 | |
| | GUADUAS | 1000 | 300 | 3-9 | 0.6-2.0 | 62.1-78.9 | 2.0-13.2 | 0.5-3.1 | 7528-8622 | |
| | RIO FRIO | 300 | 150 | 3-11 | 0.7-2.0 | 56.7-74.0 | 4.0-13.0 | 0.4-7.9 | 7300-7800 | |
| | CHOCONTA-LA CALERA | 950 | 540 | 2-9 | 0.7-2.1 | 31.3-68.7 | 2.0-20.8 | 0.4-0.9 | 6696-7223 | |
| 7.TOLIMA-HUILA | SUBACHOQUE-LA PRADERA | 450 | 130 | 2-6 | 0.7-2.0 | 54.8-69.9 | 3.3-14.4 | 0.4-1.4 | 7182-8263 | |
| | BOGOTA-USME | 350 | 300 | 2 | 1.0-2.0 | 60.4 | 4.5 | 0.6 | 7220 | |
| | PARAMO DE SUMAPAZ | 700 | SIN ESTUDIAR | — | — | ----- | — | — | — | |
| | SAN BERNARDO-COLOMBIA | 1500 | SIN ESTUDIAR | 2 | 0.4-0.5 | — | — | — | — | |
| | NEIVA | 1400 | SIN ESTUDIAR | 1 | 0.4 | — | — | — | — | |
| | AIPE | 2000 | SIN ESTUDIAR | 2 | 0.6 | 50.7-51.5 | 12.1-18.5 | 0.8-2.4 | 6170-7101 | |
| | ACEVEDO | 560 | SIN ESTUDIAR | — | — | — | — | — | — | |

C. REGION PACIFICA

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS GEOLOGICAS | | | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|
| | | AREA TOTAL (Km ²) | AREA EVALUADA (Km ²) | NUMERO DE MANTOS | LIMITE DE ESPESOR (m) | CARBONO FIJO % (CSA) | CENIZAS % (CSA) | PODER CALORIFICO Cal/gr. (CSA) |
| 8. ANTIOQUIA-RISARALDA | AMAGA-SOPETRAN | 900 | 80 | 5-10 | 0.6-2.9 | 17.9-74.6 | 1.5-26.7 | 4031-7934 |
| | | 625 | 120 | 4 | 0.9-13.6 | 33.4-83.1 | 5.2-26.5 | 4684-5868 |
| 9. CHOCO | TADO | 800 | 50 | 5 | 1.0-2.3 | 45.2-51.4 | 2.3-11.7 | 7658-9214 |
| 10. VALLE DEL CAUCA Y CAUCA SEVILLA | CARTAGO | 300 | 2 | 1-2 | 0.7-2.0 | — | — | — |
| | CALI-SUAREZ | 700 | 140 | 4-19 | 0.4-3.0 | 38.0-70.1 | 2.8-48.1 | 6060-7870 |
| | EL PLAYON-EL TAMBO | 250 | 250 | 4-8 | 0.4-2.0 | 33.3-64.0 | 6.6-20.0 | 4905-7946 |
| EL BORDO-MERCADERES | | 1250 | 500 | 4 | 0.4-1.1 | 32.3-69.4 | 2.5-34.9 | 5604-7742 |

D. REGION DEL BORDE LLANERO

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS GEOLOGICAS | | | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | PODER CALORIFICO Cal/gr.(CSA) |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| | | AREA TOTAL (Km²) | AREA EVALUADA (Km²) | NUMERO DE MANTOS | LIMITE DE ESPESOR (m) | CARBONO FIJO % (CSA) | CENIZAS % (CSA) | AZUFRE % (CSA) | |
| 11. ARAUCA-CASANARE | CUBARA | 400 | Sin estudiar | --- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | YOPAL | 1750 | Sin estudiar | --- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 12. META | GUATIQUEA-SERRANIA DE LAS PALOMAS | 1125 | 2 | 4 | 1.0-2.5 | 25.6-44.9 | 6.0-39.1 | 1.2-7.7 | 4057-6378 |
| | VILLAVICENCIO-ACACIAS | 200 | 2 | 3 | 0.8-1.3 | 44.0-52.7 | 8.8-27.1 | 0.5-1.0 | 5926-7324 |
| 13. CAQUETA-PUTUMAYO | SAN JUAN DE ARAMA | 1700 | 50 | 1 | 0.6- 1.2 | 35.6-43.2 | 13.4-24.1 | 2.1-3.1 | 5513-6449 |
| | SAN VICENTE DEL CAGUAN | 1000 | 2 | 2 | 0.6-1.0 | 48.0-59.7 | 3.0-3.7 | 0.5-0.7 | 6561-7808 |
| | MOCOA | 1400 | 2 | 2 | 0.4-1.0 | 36.0-45.0 | 10.0-13.0 | 8.0-9.0 | 5700-6800 |
| E. REGION DE LA AMAZONIA | | | | | | | | | |
| 14. GUAVIARE-AMAZONAS | DOS RIOS | 800 | Sin estudiar | 2 | 1.0 | -- | -- | -- | -- |
| | AFARACUARA | 3600 | Sin estudiar | 2 | 1.0 | -- | -- | -- | -- |
| | LETICIA | 2600 | 2 | 2 | 0.5 | 24.2-36.5 | 12.5-29.1 | 5.0-6.1 | 3927-5026 |

A. REGION ATLANTICA

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS (CONT) | | | RECURSOS (Mili. Ton) | | | RECURSOS TOTALES | FUENTE BIBLIO- GRAFICA |
|------------------------|-------------------------------------|--|-----------------|-------------|--|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| | | INDICE DE HINCHA- MIENTO | DILATA- CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA BASE Medida Indicada | RECURSOS GEOLOGI- COS | | |
| 1. GUAJIRA- CESAR | CERREJON BLOQUE NORTE | — | — | T | Bituminosos altos volátiles B | 3000 | — | 3000 | 1,2,5 |
| | CERREJON BLOQUE CENTRAL | 0-1.5 | — | T | Bituminosos altos volátiles B | 670 | ----- | 670 | 1,2,5 |
| | LA JAGUA DE IBIRICO - LA LOMA | 0-1.5 | — | T | Bituminosos altos volátiles B y C | 1381 | 487 | 11868 | 1,2,5,7,11 |
| 2. BOLIVAR- CORDOBA | SAN JACINTO | — | — | T | Sub-bituminosos B | — | 200 | 200 | 4 |
| | CIENAGA DE ORO | — | — | T | Sub-bituminosos B y C | 2.5 | 2.3 | 7.6 | 2 |
| | ALTO SAN JORGE | — | — | T | Sub-bituminosos Ay B Bit. altos volat. Cy B | 309.1 | 268.2 | 5637 | 1,2,4,5 |
| 3. ANTIOQUIA | URABA-CHIGO- RODO-MUTATA | 1 | — | T | Bituminosos altos volátiles A | — | 1.0 | 100 | 1,4,14 |
| | RIO MAN- CACERES | — | — | T | Bituminosos altos volátiles B | — | 49 | 49 | 4 |
| | EL PATO- CASERI | — | — | T | Sub-bituminosos B, Bit. altos vol. C | — | 9.4 | 19.4 | 4 |

T : TERMICOS
M : METALURGICOS

B. REGION CENTRAL

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | RECURSOS (Mill. Ton) | | | FUENTE BIBLIO- GRAFICA |
|-----------------------------|--|---------------------------------|-----------------|-------------|---|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|
| | | INDICE DE HI NCHA- MIENTO | DILATA- CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA BASE Medida Indicada | RECURSOS GEOLOGI- COS | RECURSOS TOTALES | |
| 4. NORTE DE SANTANDER | CATATUMBO | 0-2.5 | -- | T | Bituminosos altos volátiles A, B, C | --- | 3450 | 3450 | 4,12 |
| | EL ZULI A | 1-0.5 | 20-376 | T M | Bituminosos altos volátiles A, B, C | 10.2 | 496.2 | 603.3 | 5,8 |
| | SALAZAR | 3.5 | -- | T | Bituminosos altos volátiles B, C | --- | 30.0 | 30.0 | 5 |
| | MUTISCUA- LA DON JUANA | 1-4.5 | 32 | T M | Bituminosos altos volátiles A, B, C | 30 | 93.8 | 168.8 | 4,12 |
| | TOLEDO | 8.5 | -- | T M | Bituminosos altos volátiles A, B, C | -- | 72 | 72 | 5,12 |
| | PARAMO DEL ALMORZADERO | 0-7 | -- | T M | Bituminosos medios, altos volátiles y semiantracitas | -- | 1043 | 1043 | 4,13 |
| 5. SANTANDER | MIRANDA- MOGALAVITA | 3.5 | -- | T | Bituminosos altos volátiles A y medios volátiles | -- | 7.3 | 7.3 | 4 |
| | SAN VICENTE DE CHUCURI- SAN LUIS | 1-9 | -- | T M | Bituminosos altos volátiles Ay B y medios vol. | 71.1 | 101.4 | 241.1 | 3,4 |
| | LANDAZURI- TERRITORIO VASQUEZ | -- | -- | T | Antracitas, semi- antracitas y bitu- minosos bajos vol. | 0.3 | 17.8 | 18.4 | 4 |

B. REGION CENTRAL (CONT)

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | | RECURSOS (Mill Ton) | | | FUENTE BIBLIO- GRAFICA |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|----------|---|----------------------|-----------------------|------------------|---------------------------|
| | | INDICE DE HINCHA - MIENTO | DILATA - CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA BASE Medida | RECURSOS GEOLOGI- COS | RECURSOS TOTALES | |
| 6. BOYACA- CUNDINAMARCA | PAZ DE RIO | 0-8 | — | T M | Bituminosos altos volátiles A, B, C, medios y bajos. | 41.7 | 3766 | 3843.2 | 5 |
| | TUNJA- PAIPA | 0-1 | — | T — | Bituminosos altos volátiles A, B, C. | 5.5 | 1443.5 | 1493.3 | 5,18 |
| | SUESCA- ALBARRACIN | — | — | T — | Bituminosos altos volátiles A, B, C. | — | 1528.4 | 1584.5 | 1,5 |
| | CHINAVITA- LAGUNA DE TOTA | 0-1 | — | T — | Bituminosos altos volátiles A y B. | — | 296.9 | 405.6 | 4,15,19 |
| COGUA- SAMACA | | 3-9 | — | T M | Bituminosos altos volátiles A, medios y bajos volátiles | 221.9 | — | 3638.4 | 5,20 |
| | GUADUAS | 1.5-9 | 0-76 | T M | Bituminosos altos volátiles A, medios y bajos volátiles | 10 | 51.2 | 600 | 4 |
| | RIO FRIO | — | — | T M | Bituminosos altos volátiles A, hasta semiantracíticos | — | 1.0 | 516 | 5 |
| CHOCOTA- LA CALERA | | — | — | T — | Bituminosos altos volátiles A, B, C. | — | 454.3 | 824.2 | 4 |
| | SUBACHOQUE- LA PRADERA | 6-9 | 69 | T M | Bituminosos altos volátiles A y medios volátiles. | 45.3 | 160.5 | 233.7 | 5 |

B. REGION CENTRAL (CONT)

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | RECURSOS (Mill. Ton) | | | RECURSOS TOTALES | FUENTE BIBLIO- GRAFICA |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| | | INDICE DE HINCHA- MIENTO | DILATA- CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA BASE Medida Indicada | RECURSOS GEOLOGI- COS | | |
| 6. BOYACA- CUNDINAMARCA | BOGOTA- USME | — | — | T — | Bituminosos altos volátiles B. | — | 585 | 585 | 17 |
| | PARAMO DE SUMAPAZ | — | — | — — | — | — | — | Sin definir | 17 |
| | EL SALTO- FUSAGASUGA | — | — | T — | Bituminosos | — | 5 | 5 | 17 |
| | SAN BERNARDO- COLOMBIA | — | — | — — | — | — | — | Sin definir | 17 |
| 7. TOLIMA- HUILA | NEI VA | — | — | T — | Lignitos | — | — | Sin definir | 17 |
| | AIPE | — | — | T — | Bituminosos altos volátiles A. | — | — | Sin definir | 17 |
| | ACEVEDO | — | — | — — | — | — | — | Sin definir | 17 |

C. REGION PACIFICA

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | RECURSOS (Mill. Ton) | | | RECURSOS GEOLOGI- COS | RECURSOS TOTALES | FUENTE BIBLIO- GRAFICA |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------|----------|--|----------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------------|
| | | NDICE DE HINCHA- MIENTO | DILATA- CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA Medida | BASE Indicada | | | |
| 8. ANTIOQUIA- | AMAGA- SOPETRAN | -- | -- | T -- | Bituminosos altos volátiles C hasta semiantracitas | 21.2 | 118.9 | 30 | 170.1 | 5,21 |
| | RIO SUCIO- QUINCHIA | -- | -- | T -- | Bituminosos altos volátiles C hasta antracitas | -- | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 4,9 |
| 9. CHOCO | TADO | -- | -- | T -- | Bituminosos altos volátiles A.? | -- | -- | 325 | 325 | 25 |
| 10. VALLE DEL CAUCA Y CAUCA | CARTAGO- SEVILLA | -- | -- | T -- | --- | -- | -- | -- | -- | 17 |
| | CALI- SUA - RES | 3.5-9.0 | -- | T -- | Bituminosos altos volátiles A hasta semiantracitas | 19.2 | 11.8 | 108.2 | 139.2 | 5 |
| | EL PLAYON- EL TAMBO | 1-2 | -- | T M | Bituminosos altos volátiles A, B, C y medios vol. | 2.5 | 13.6 | 52.9 | 69 | 4,23 |
| | EL BORDO- MERCADERES | -- | -- | T -- | Bituminosos altos volátiles A. | 11 | 34 | 51 | 96 | 4,16,17 |

D. REGION DEL BORDE LLANERO

| ZONA | SUBZONA | CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS | | | RECURSOS (Mill. Ton) | | | FUENTE | |
|---------------------------|---|---------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| | | INDICE DE HINCHA- MIENTO | DILATA- CION | USOS T M | CLASIFICACION POR RANGO (ASTM) | RESERVA BASE Medida | RECURSOS GEOLOGI- COS | RECURSOS TOTALES | BIBLIO- GRAFICA |
| 11. ARAUCA- CASANARE | CUBARA | -- | -- | -- | -- | -- | -- | Sin definir | 17 |
| | YOPAL | -- | -- | -- | -- | -- | -- | Sin definir | 26 |
| 12. META | GUATIQUA- SERRANIA DE LAS PALOMAS | 0-1 | -- | T | -- | -- | 26.0 | 26.0 | 4 |
| | VILLAVICEN - CIO- ACACIAS | 1-3 | -- | T | M | -- | -- | Sin definir | 10 |
| 13. CAQUETA- PUTUMAYO | SAN JUAN DE ARAMA | 0-1 | -- | T | -- | -- | 1.0 | 3.0 | 22 |
| | SAN VICENTE DEL CAGUAN | 0-1 | -- | T | -- | -- | -- | Sin definir | 10,17 |
| | MOCOA | -- | -- | T | -- | -- | -- | Sin definir | 17 |
| E. REGION DE LA AMAZONIA | | | | | | | | | |
| 14. GUAVIARE- AMAZONAS | DOS RIOS | -- | -- | T | -- | -- | -- | Sin definir | 6 |
| | ARARACUARA | -- | -- | T | -- | -- | -- | Sin definir | 6 |
| | LETICIA | -- | -- | T | -- | -- | -- | Sin definir | 10,24 |