

CADENA DEL CARBÓN



República de Colombia

Ministerio de Minas y Energía

Unidad de Planeación Minero Energética



Libertad y Orden

Ministerio de Minas y Energía
República de Colombia



upme

unidad de planeación minero energética

Ministro de Minas y Energía
Mauricio Cárdenas Santamaría

Director General UPME
Oscar Uriel Imitola Acero

Subdirector de Información Minero Energética
Nicolás Carrizosa Pulido

Elaboró:
Subdirección de Información Minero Energética

Texto Editor
Juan José Manrique Galvis

Grupo de Trabajo UPME
Nohora Amparo Niño Candil
Jairo Riaño Moreno
Jorge Fernando Forero Castañeda
Richard Ardila Villazón
Juan José Manrique Galvis

Apoyo Editorial
Oliver Díaz Iglesias

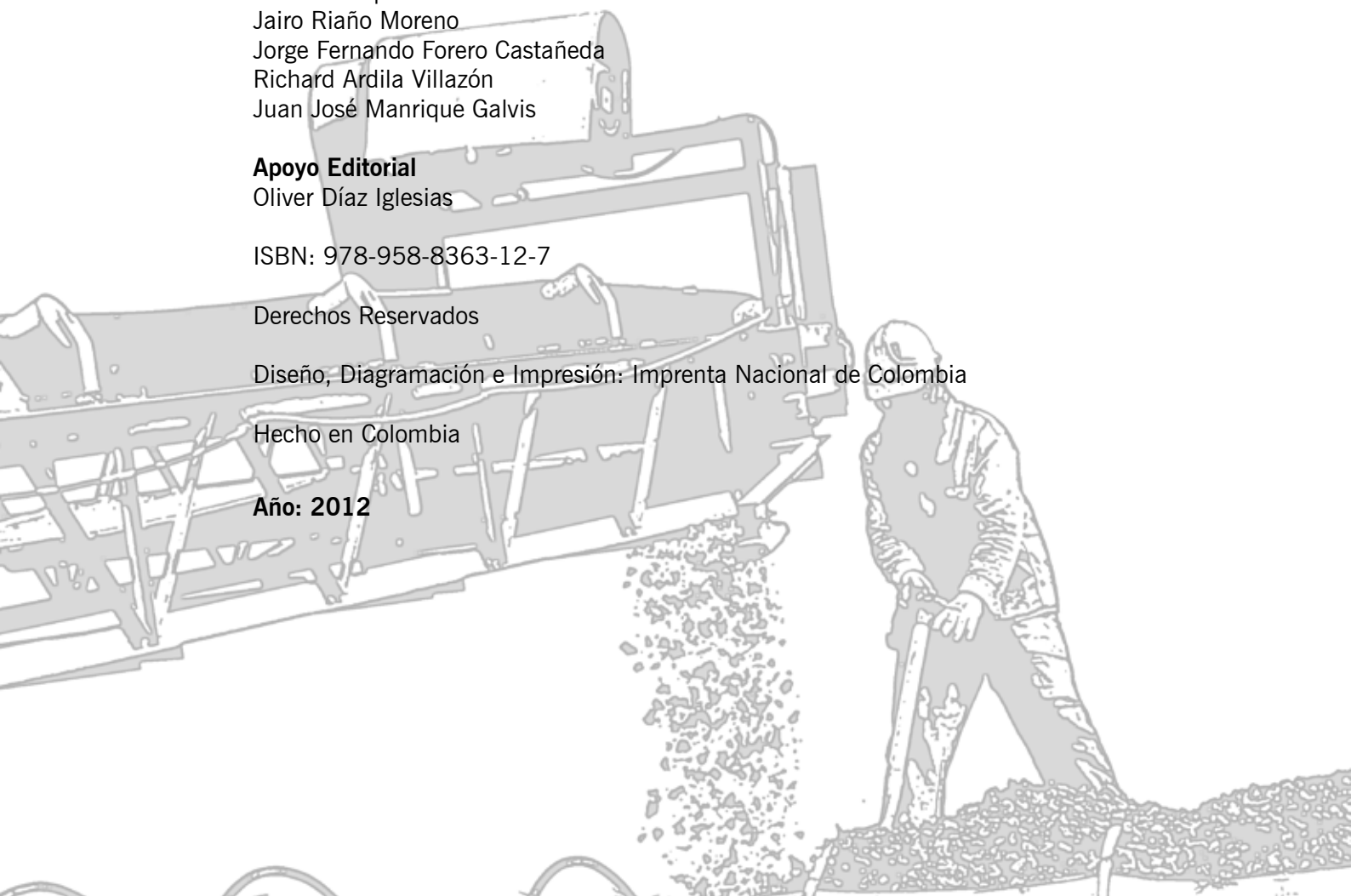
ISBN: 978-958-8363-12-7

Derechos Reservados

Diseño, Diagramación e Impresión: Imprenta Nacional de Colombia

Hecho en Colombia

Año: 2012



Índice

Presentación	5
Introducción	7
1. GENERALIDADES	11
2. EL CARBÓN EN EL MUNDO	15
2.1 RESERVAS MUNDIALES DE CARBÓN.....	15
2.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARBÓN	16
2.2.1 Producción Mundial de Carbón Térmico.....	18
2.2.2 Producción Mundial de Carbón Coquizable o Metalúrgico.....	23
2.2.3 Producción Mundial de Coque	25
2.3 CONSUMO MUNDIAL DE CARBÓN	29
2.3.1 Consumo Mundial de Carbón Térmico	32
2.3.2 Consumo Mundial de Carbón Coquizable	32
2.3.3 Consumo Mundial de Coque.....	33
2.4 OTROS ASPECTOS DEL MERCADO INTERNACIONAL.....	34
3. LA CADENA DEL CARBÓN EN COLOMBIA	35
3.1 EXPLORACIÓN, RESERVAS Y CALIDADES DEL CARBÓN	36
3.1.1 Reservas Carboníferas	36
3.1.2 Calidades del Carbón Colombiano en Boca de Mina	36
3.1.3 Minería del Carbón por Regiones.....	41
3.2 EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN	46
3.3 PROCESO DE BENEFICIO	52
3.4 TRANSFORMACIÓN	53
3.5 TRANSPORTE	54
3.6 COMERCIALIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y USOS	56
3.6.1 Exportaciones colombianas de carbón	58
3.6.2 Balance Carbón Colombiano.....	63
3.7 Precios	63
4 PERSPECTIVAS DE LA MINERÍA DEL CARBÓN	67
4.1 Proyecciones de Producción	67
4.2 Proyecciones de Precios.....	69
4.3 Proyecciones de Exportaciones	72
5 ASPECTOS INSTITUCIONALES Y SITUACIÓN ACTUAL	75
6 EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL CARBÓN	77

Presentación

La Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, se complace en presentar a sus agentes sectoriales y la sociedad en general “La Cadena del Carbón”, documento que sigue la línea de publicaciones técnicas especializadas de la entidad y que recopila las estadísticas más importantes de la industria del carbón en Colombia y el mundo.

Para esta nueva edición, usted encontrará un informe inicial de la industria del carbón a nivel mundial, para las actividades de producción, importación, exportación y consumo de los diferentes tipos de carbón (térmico coquizable) como el coque, por mencionar algunos. Asimismo, estadísticas sobre reservas mundiales de carbón, su consumo por regiones y otros aspectos del mercado internacional.

En un segundo capítulo, describimos las principales actividades que componen la cadena colombiana del carbón, donde se eslabonan diferentes etapas que van desde la exploración minera hasta los usos finales del carbón, pasando por la producción, transformación, transporte y comercialización.

Seguidamente, el documento hace un recuento de la Política Carbonífera del País desde finales de los años sesenta y comienzos de los setenta hasta su situación actual, con una descripción de los desafíos que ésta enfrenta en materia de eficiencia productiva.

Esperamos consolidar este documento como una importante fuente de consulta a nivel sectorial, cuya información se encuentra actualizada a nivel internacional hasta diciembre de 2010 y a nivel nacional hasta diciembre de 2011.

OSCAR IMITOLA ACERO
Director General



CONVENCIONES - UNIDADES

A	Antracítico	m ³	Metros Cúbicos
BTU	Unidades Térmicas Inglesas	Mj	Megajulios
Cal	Calorías	Mv	Material volátil
CO ₂	Óxido de Carbón	MBTU	Millón de Unidades Térmicas Inglesas
Cf	Carbono fijo	Mm ³	Millones de Metros Cúbicos
Cz	Cenizas	Mt	Millones de Toneladas
ha	Hectárea	MTep	Millones de tonelada equivalente de petróleo
has	Hectáreas	MUS\$	Millones de Dólares
hlmm	Base húmeda libre de materia mineral	PC	Poder calorífico
Kcal	Kilo calorías	Slmm	Base seca libre de materia mineral
Kg	Kilogramo	St	Azufre total
Km	Kilómetros	T	Térmico
Km ²	Kilómetro cuadrado	TEC	Toneladas Equivalentes de Carbón
Kt	Miles de Toneladas	TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
lb	Libra	Tj	Terajulios
M	Metalúrgico	t	Toneladas
M \$	Millones de Pesos	US \$	Dólares
		US \$/ t	Dólares por Tonelada

SIGLAS

ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos	INGEOMINAS	Instituto Colombiano de Geología y Minería
ASOMINEROS	Asociación Colombiana de Mineros	IVA	Impuesto al Valor Agregado
ASTMD	American Society for Testing and Materials	MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
BP	British Petroleum Company	MME	Ministerio de Minas y Energía
CARBOCOL	Carbones de Colombia S.A.	MINERCOL	Empresa Nacional Minera Ltda. en liquidación
CM	Carbón Mineral	OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CNR	Comisión Nacional de Regalías	PIB	Producto Interno Bruto
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	SIMCO	Sistema de Información Minero Colombiano
DGM	Dirección General de Minas	SIMEC	Sistema de Información Minero Energético Colombiano
DNP	Departamento Nacional de Planeación	TRM	Tasa Representativa del Mercado
ECOCARBÓN	Empresa Colombiana de Carbones	UIME	Unidad de Información Minero Energética
ECOPETROL	Empresa Colombiana de Petróleos	UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
FNR	Fondo Nacional de Regalías	USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos
FOB	Free on Board/Término de Comercialización Internacional que indica el precio de la mercancía a bordo de la nave o aeronave		
IEA	International Energy Agency		

FACTORES DE CONVERSIÓN

1 Tera	10 12	1 Caloría	100 Tep
1 Giga	10 9	1 Tep	7,24453
1 Mega	10 6	1 Onza troy	31,103483 gramos
1 kilo	10 3	BTU/lb	0,55555 kcal/kg
1 ton	1000 Kg	kcal/kg	1,8 BTU/lb
1 lb	453,59 g	MJ/kg	429.923 BTU/lb
1 lb	0,453514739 t	BTU/lb	0,002336 MJ/kg

Introducción

Entre los años 2005 y 2011, la minería colombiana presentó los siguientes avances en torno al Plan Nacional de Desarrollo Minero, el cual señala los puntos que mencionaremos a continuación, para su visión: *“En el año 2019, la industria minera colombiana será una de las más importantes de Latinoamérica y habrá ampliado significativamente su participación en la economía nacional”*:

- El comportamiento del PIB Minero en relación con el PIB Nacional, presentó en promedio una participación anual de 4,58%, en el período comprendido entre 2005 y 2011. Esta relación se ha mantenido estable por la participación creciente del valor del PIB de carbón en el valor del PIB Minero.
- El comportamiento del Producto Interno Bruto, PIB, para el periodo 2011, presentó una variación anual en promedio del 5,93%. Estos incrementos en el valor del PIB, están asociados con el crecimiento de renglones productivos del sector real: el de minas y canteras aumentó 15,25%; establecimientos financieros, seguros e inmobiliarias, 6,89% y actividades de servicios sociales comunales; 5,65%.
- La producción de carbón en el período 2005-2011 presentó una variación anual en promedio del 7,00%, mostrando el mayor crecimiento en 2011, con un incremento en la producción del 15,40%. Entre el año 2005 y 2011, la producción de carbón presentó un incremento del 43,78%, al pasar de 59 millones de toneladas a 85,8 millones de toneladas año, siendo ésta la máxima producción.
- Los minerales metálicos (principalmente oro, plata y platino), presentaron una producción total en el año 2010 de 69,90 toneladas y de 81,18 toneladas para el año 2011, representadas principalmente por oro con 55,91 toneladas; plata 24,05 toneladas y platino con 1,23 toneladas. El auge de este sector esta relacionado con el buen comportamiento de los precios internacionales.
- El valor de las exportaciones del sector minero (incluye hidrocarburos) a diciembre de 2011, ascendió a 40.408 millones de dólares FOB. La participación en el total de exportaciones del país es del 70,95%. En el período 2005- 2011, el valor de las exportaciones mineras ascendió a 53.333 millones de dólares FOB y de 139.458 millones de dólares FOB (incluyendo el sector petróleo).
- Las exportaciones tradicionales mineras (carbón y ferróniquel), representaron el 16,80% del valor total de las exportaciones nacionales durante el período de referencia 2005 - 2011, presentando un valor de 40.786 millones de dólares FOB con participaciones para carbón del 83,06% y ferróniquel con el 16,94% del respectivo valor.
- Las exportaciones de carbón se incrementaron en 23,01 millones de toneladas en el período comprendido entre los años 2005 y 2011, razón que representó un aumento de 40,89% y un promedio anual de 6,68%. Las ventas externas de bienes tradicionales como carbón y ferróniquel, presentaron precios internacionales favorables que motivaron la mayor inserción de estos productos en el exterior.
- Los flujos de Inversión Extranjera Directa desde el año 2005 hasta el IV trimestre de 2011, ascienden a US\$63.847 millones, de los cuales US\$ 14.239,3 millones se



direccionaron hacia el sector minero (sin incluir el sector petrolero), que representa el 22,30% del total de la inversión extranjera directa en Colombia.

- Dentro de la Política de Desarrollo del Sector Minero del Ministerio de Minas y Energía, se destacan los siguientes lineamientos:
 - 1) Promoción del País Minero: En esta política se pretende que el Estado realice la promoción e inserción del país minero en el contexto internacional.
 - 2) Mejoramiento de la Productividad y Competitividad: Se requiere un planteamiento estratégico guía, que asegure en el largo plazo la contribución de la industria minera al desarrollo sostenible del país y sus regiones, promoviendo su fortalecimiento económico y social.
 - 3) Administración del Recurso Minero: Optimización de los procesos de soporte en la actividad minera, entendidos éstos como aquellos asociados a la administración del recurso minero.
 - 4) Seguridad e Higiene Minera: Considerada una actividad de alto riesgo, la minería debe ser producto de los esfuerzos conjuntos y coordinados del empresariado minero, sus trabajadores, el sector académico e investigativo, las administradoras de riesgos profesionales y la institucionalidad pública, con el fin de prevenir efectivamente la ocurrencia de accidentes incapacitantes y de accidentes con fatalidades en el trabajador minero.

Para el Ministerio de Minas y Energía, las actividades de exploración y explotación minera, deben obedecer al concepto integral de sostenibilidad que viene promoviendo bajo el slogan de “Colombia Minera: Desarrollo Responsable” y esa sostenibilidad debe entenderse como la implementación de buenas prácticas en los aspectos técnico, ambiental, social y de seguridad para los trabajadores y el personal minero.

Con la formulación de esta política, se busca establecer los pilares para el mejoramiento de la seguridad minera en el país y definir lineamientos técnicos y operativos, para prevenir al máximo la ocurrencia de accidentes y la muerte de trabajadores mineros en los mismos.

- En la Política de Mejoramiento de la Productividad y Competitividad del País Minero, se desarrolla el concepto de Distritos Mineros, los cuales serán un referente organizativo de la actividad minera en el país. Con miras a agrupar las diversas variables asociadas a la estructura productiva y competitiva minera que se presentan en el territorio nacional, se adoptará lo establecido alrededor de la conceptualización y demás aspectos relacionados con los Distritos Mineros.

Se debe propender por la articulación de la actividad minera con el ordenamiento territorial y los Planes de Desarrollo Regional de cada uno de los municipios que conforman los diferentes Distritos Mineros.

- Después de un considerable tiempo transcurrido desde la promulgación de la Ley 685 de 2001, actual Código de Minas, el Ministerio de Minas vio conveniente y necesaria una reforma a dicha Ley, con el ánimo de darle más empuje y dinamismo a la actividad minera del País. Se expidió la Ley 1382 de 2010, por medio de la cual se modifica la Ley 685 de 2001, declarada inconstitucional debido a la no consulta con las comunidades, por lo que sigue vigente la Ley 685 de 2001 y procede a diferir los efectos de la inexecutable declarada por el término de dos años.

Colombia es el país con mayores reservas de carbón en América Latina, cuenta con recursos potenciales de 16.436 millones de toneladas (Mt), de los cuales 6.508 Mt son medidas (a diciembre de 2011), 4.571 Mt son indicadas, 4.237 Mt son inferidas y 1.1209 Mt son recursos hipotéticos.

Por otra parte, el país es el cuarto exportador de carbón térmico del mundo, con una participa-

ción de 10,01%, equivalente a 73,21 Mt anuales de carbón; el décimo productor mundial con una producción de 74,35 Mt para el año 2010 y el noveno productor de carbón térmico con una participación de 1,38%.

Con la tasa de explotación actual, las reservas medidas de carbón en Colombia aseguran más de 92,44 años de producción, suficientes para participar a gran escala en el mercado internacional y abastecer la demanda interna.

El carbón, fuente generadora de divisas y de empleo, concentra el 47% de la actividad minera nacional y representa el 1,44% a 2010 y 1,57% a 2011 del producto interno bruto colombiano con algo más de 7,05 billones de pesos. En los últimos años, se ha consolidado en el segundo producto de exportación nacional después del petróleo y se estima que bajo las condiciones de mercado actual, entre el 2012 y 2015, podría alcanzar las exportaciones de petróleo.

Las grandes inversiones de la década de los ochenta en los proyectos de El Cerrejón y El Descanso, departamentos de La Guajira y Cesar, incrementaron la producción de carbón térmico de forma significativa, hasta alcanzar las 50,4 Mt en el año 2004, cuando se llegó a picos de US\$80 por tonelada. La máxima producción fue de 85,8 Mt, en el año 2011, alcanzando un precio promedio FOB de las exportaciones de US\$96,77.

A partir del año 2008, se ha tenido un aumento en la inversión en el sector de extracción de carbón, debido al incremento de los precios de carbón, como es el caso del térmico, que superó la barrera de los US\$100, llegando a un máximo de US\$159/t FOB.

Por otro lado, los carbones coquizables y las antracitas (de mayor calidad y precios) ubica-

dos en el altiplano Cundiboyacense y en el departamento de Norte de Santander, muestran un desarrollo interesante con incrementos en la producción en 2007 del 19,45%, llegando a 3,31 Mt y superando en el 2008 los 5,3 Mt. Aunque su producción es cíclica debido a los incrementos en los precios internacionales del carbón y del coque, se mantiene por encima de los 3 Mt. Los precios actuales por tonelada varían entre los US\$140 y US\$261 para los primeros y US\$110 y US\$189 para los segundos.

No se puede desconocer la importancia que ha alcanzado la producción de coque y sus exportaciones, teniendo en cuenta la demanda internacional que ha llevado a incrementar la producción de este producto del carbón de tipo metalúrgico, en respuesta a los altos precios alcanzados en el mercado, los cuales se mantienen por encima de los US\$300 y que han llegado a un máximo US\$380 por tonelada.

Por lo anterior, este es el momento para estimular en los diferentes distritos mineros la conformación de cadenas productivas de carbón, donde se agregue valor al carbón y los productos derivados y se promueva un desarrollo adecuado de la infraestructura de transporte, lo mismo la portuaria, de modo que incremente la competitividad e induzca mayor productividad.

Este documento analiza las características nacionales e internacionales como reservas, producción, consumos y exportación, junto con la clasificación, usos principales, calidades y aspectos del mercado mundial y nacional.

Además de la generación eléctrica, gasificación y producción de coque, el carbón es empleado en la producción de benzol, aceites, alquitrán y, mediante la licuefacción, como sustituto del petróleo.

1. Generalidades

Un mineral es una sustancia natural homogénea, de origen inorgánico, con composición química definida y, en general, con estructura cristalina, por lo que se excluyen de esta definición las sustancias generadas por la transformación de materia orgánica en ambientes reductores como carbón, petróleo y resinas fósiles.

Este origen asociado a procesos geológicos ha llevado a varios autores a clasificar los materiales con hidrocarburos como minerales; sin embargo, resulta más adecuado referirse a éstos como materiales energéticos y en este sentido se utiliza en este documento.

El carbón, compuesto principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre, se origina en transformaciones físicas y químicas de grandes acumulaciones vegetales, depositadas en ambientes palustres (pantanos), lagunares o deltaicos.

Una de las clasificaciones más aceptadas para el carbón corresponde a la American Society for Testing and Materials (ASTMD-388-777), mostrada en la Tabla 1, que lo divide en cuatro clases según las propiedades referidas a la composición de los vegetales y las condiciones de presión y temperatura (grado de metamorfismo) a que fueron sometidos durante su formación.

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS CARBONES

Tipo	Carbono Fijo	Materia Volátil	Contenido Humedad	Poder Calorífico	Poder Calorífico	Poder Calorífico
	(%)	(%)	(%)	(Btu/lb)	(Mj/Kg)	(Kcal/Kg)
Antracita	86 – 98	1	< 15	> 14.000	> 32.6	>7.780
Bituminoso	45 – 86	32	15 – 20	10.500 - 14.000	24.5 - 24.5	5.800 - 7.780
Subbituminoso	35 – 45	50	20 – 30	7.800 -10.500	18.2 - 24.5	4.300 - 7.780
Lignito y Turba	25 - 35	96	> 30	4.000 - .7800	9.3 - 18.2	2.200 - 4.300

Fuente: UPME, La Cadena del Carbón 2005

CUADRO 1. CLASES Y USOS DEL CARBÓN

- **Antracita:** o carbón duro, con alto contenido de carbono (86% al 98%), bajo contenido de materia volátil y poder calorífico superior a 32.6 MJ/Kg (14.000 BTU/lb). Usado como combustible en generación de calor o vapor en la industria térmica y siderúrgica, también se usa en la fabricación de goma sintética, colorantes y purificación de agua para consumo humano (filtros).
- **Hulla Bituminosa:** este tipo de carbón posee un menor contenido de carbono y menor poder calorífico que los carbones antracíticos. Por su forma de uso, se conocen como carbones coquizables, usados en procesos de obtención tanto del acero y los carbones térmicos usados en la producción de vapor para generación de energía.
- **Hulla Sub-bituminosa:** con menor poder calorífico que los carbones bituminosos, su composición en carbono está entre 35% y 45%, tiene un elevado contenido de material volátil, algunos con poder coquizable. Es empleado en la generación de energía eléctrica y en procesos industriales.
- **Turba y Lignito:** son carbones con alta humedad y alto contenido de ceniza y de material volátil, lo cual hace que posean un bajo poder calorífico. Es empleado para la generación de calórica (calefacción), energía eléctrica, para algunos procesos industriales en donde se requiere generar vapor y más recientemente se han fabricado briquetas de turba y lignito para quemarlas en hornos.

La determinación del rango de carbón es el proceso de carbonificación mediante el desarrollo y evolución gradual por el cual las sustancias vegetales de la turba fueron transformadas, en ausencia parcial de aire y bajo influencia de temperatura y presión, a través del tiempo

geológico, en lignito y, subsecuentemente, en carbón.

El rango nos designa el estado de carbonificación alcanzado y es empleado para la siguiente clasificación (ver siguiente página).

TABLA 2. RANGO DEL CARBÓN

Tipo	Grupo	Carbono Fijo (%) Slmm		Poder Calorífico (Cal/gramo) Hlmm		Carácter Aglomerante
		>	<	>	<	
I Antracita	Meta-Antracita	98				
	Antracita	92	98			No
	Semi-Antracita ¹	86	92			
II Bituminoso	Bituminoso Bajo Volátil	78	86			
	Bituminoso Medio Volátil	69	78			
	Bituminoso Alto Volátil A		69	7.780 ²		Comunmente Aglomerante ³
	Bituminoso Alto Volátil B			7.220	7.780	
	Bituminoso Alto Volátil C			6.380	7.220	
					5.830	6.380
III Subbituminoso	Sub- Bituminoso A			5.830	6.380	
	Sub- Bituminoso B			5.280	5.830	No
	Sub- Bituminoso C			4.610	5.280	Aglomerante
IV Lignito	Lignito A			3.500	4.610	No
	Lignito B				3.500	Aglomerante

Slmm: Base seca libre de materia mineral

Hlmm: Base húmeda libre de materia mineral.

¹ Si aglomera se clasifica como bituminoso bajo volátiles

² Carbones con carbono fijo > 69% se clasifica en esta categoría sin tener en cuenta el poder calorífico.

³ Puede hacer variedades no aglomerantes en estos grupos de la clase de los bituminosos.

El rango del carbón se calcula utilizando especificaciones estándar usadas para la clasificación (ASTM D-388-77), en las cuales el carbono fijo y el poder

calorífico se deben calcular en base libre de materia mineral y en base seca, de acuerdo a las formulas de Parr (1 y 2), o las formulas aproximadas (3 y 4):

Formulas de Parr:

$$1. CFSlmm = (CF / [100 - (H + 1,08CZ + 0,55S)]) \times 100$$

$$2. BTU_{Hlmm} = (BTU - 50S) / [100 - (H + 1,08CZ + 0,55S)] \times 100$$

Formulas de Aproximación:

$$3. CFSlmm = (CF - 0,15S) / [100 - (H + 1,1CZ + 0,1S)] \times 100$$

$$4. BTU_{Hlmm} = BTU / [100 - (1,1CZ + 0,1S)] \times 100$$

CF = porcentaje de carbono fijo.

mm = materia mineral.

BTU = Unidades Térmicas Inglesas por libra (poder calorífico).

H = Porcentaje de humedad.

CZ = Porcentaje de ceniza.

S = Porcentaje de azufre.

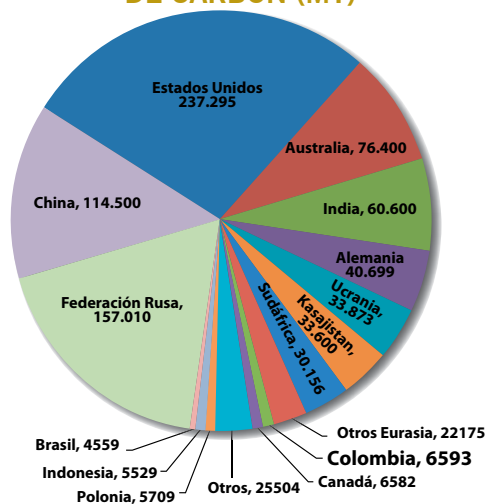
2. El Carbón en el Mundo

5.1 Reservas Mundiales de Carbón

El carbón es el combustible fósil más abundante en la naturaleza, con 860.938 Mt. En reservas mundiales medidas a finales del 2010, se tiene que las mayores reservas por país se encuentran en Estados Unidos con el 27,6%, la Federación Rusa el 18,2%, China el 13,3%, Australia el 8,9% e India el 7,0%, mientras que Colombia se ubica en el decimoprimer lugar con 6.593,4 millones de toneladas equivalentes al 0,8%.

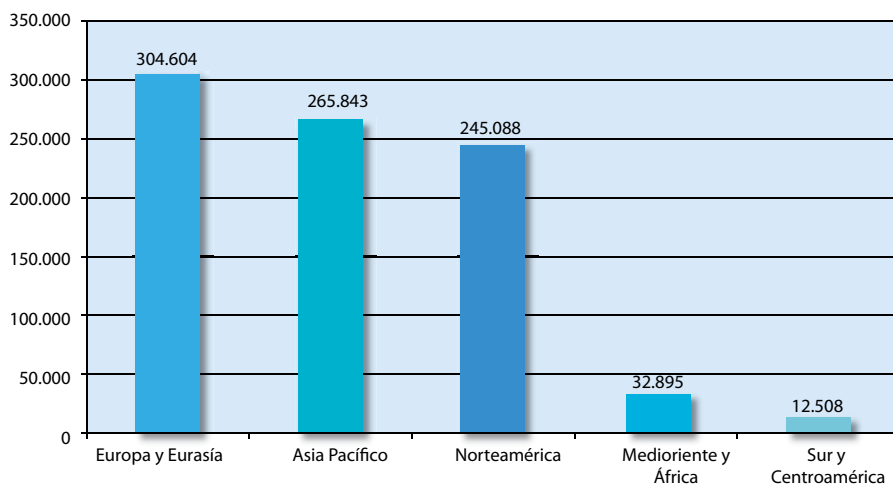
De estas reservas, se puede ver que la mayor concentración por región, está en Europa y Euro Asia, seguido de Asia Pacífico, Norte América, África y Sur y Centro América.

FIGURA 1. RESERVAS MUNDIALES DE CARBÓN (MT)



Fuente: Statistical Review of World Energy Full Report 2011, British Petroleum Company

FIGURA 2. RESERVAS MUNDIALES DE CARBÓN POR REGIÓN



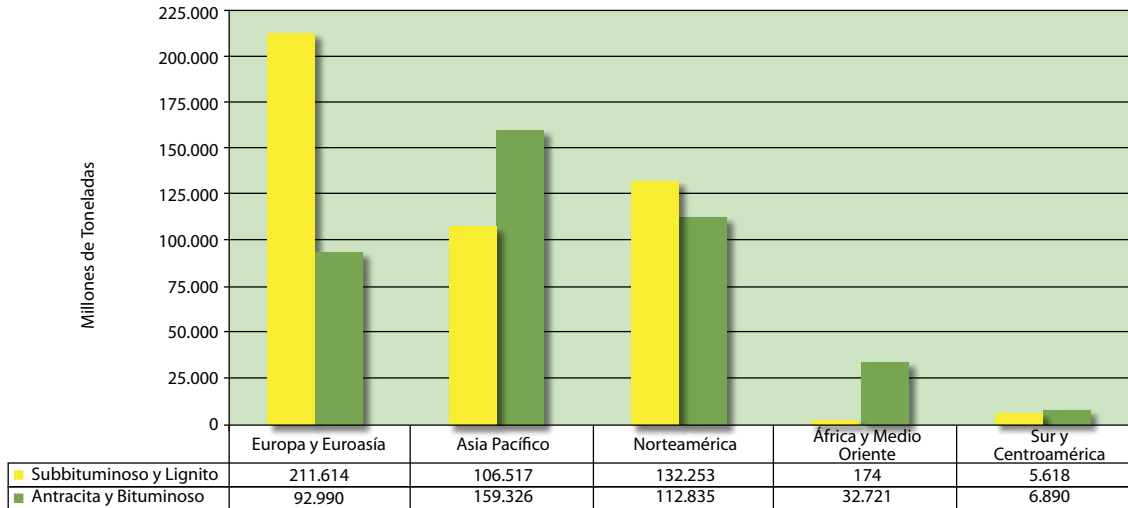
Fuente: Statistical Review of World Energy Full Report 2011, British Petroleum Company

De estas reservas, se puede ver que la mayor concentración por región está en Europa y Eurasia, seguidas de Asia Pacífico, Norteamérica, África, Sur y Centroamérica.

De las reservas a nivel mundial, el 47.01% corresponden a carbones tipo antracíticos y

bituminosos y el 52.99% a subbituminosos y lignitos (Statistical Review of World Energy Full Report 2011, British Petroleum Company 2011). El 94.73% de estas reservas se concentran en Norteamérica, Europa y Asia y están clasificadas por región y tipo de carbón de la siguiente forma:

FIGURA 3. RESERVAS MUNDIALES POR TIPO DE CARBÓN



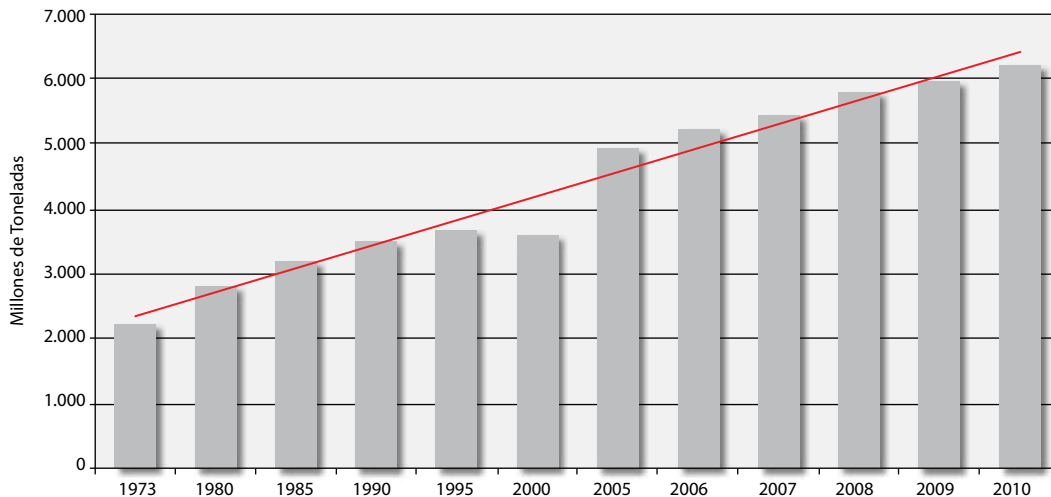
Fuente: Statistical Review of World Energy Full Report 2011, British Petroleum Company.

2.2 Producción Mundial de Carbón

En los últimos 30 años la producción de carbón ha mostrado una dinámica creciente, representa-

da por una variación del 121,23% en el periodo 1980-2010, al pasar de 2.796,11 a 6.185,85 Mt, sobrepasando los 6.000 Mt en el año 2010.

FIGURA 4. PRODUCCIÓN HISTÓRICA MUNDIAL DE CARBÓN

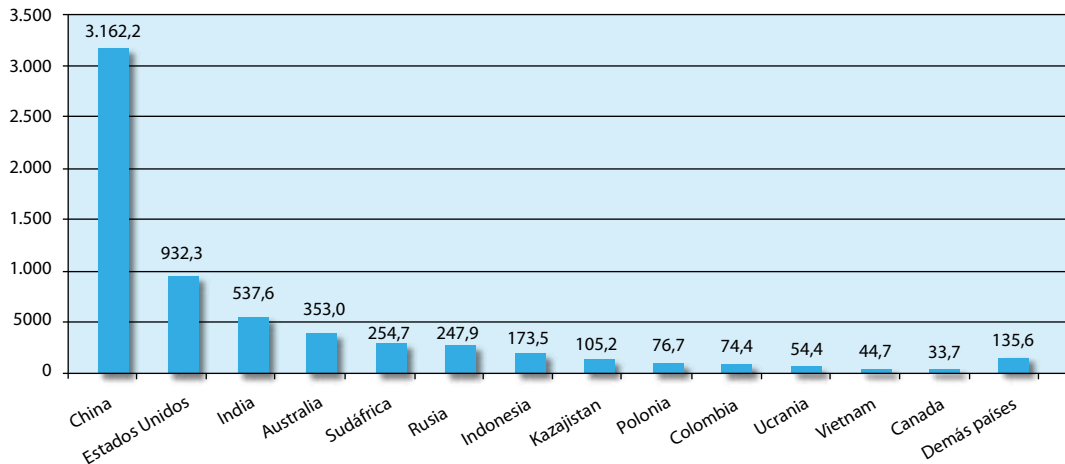


Fuente: IEA Statistics 2011, Coal Information

Los principales productores de carbón en el año 2010 a nivel mundial son: China, Estados Unidos, India, Australia, Sudáfrica, Rusia, Indonesia y Kazajistán, con producciones anuales superiores a los 100 Mt, los cuales aportan cerca del 93,22% de la producción

mundial. Polonia, Colombia, Ucrania y Canadá presentan producciones anuales entre los 34 a 77 Mt. Colombia es el décimo productor mundial de carbón, con 74,35 Mt, tal como se ve en la siguiente gráfica:

FIGURA 5. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARBÓN 2010

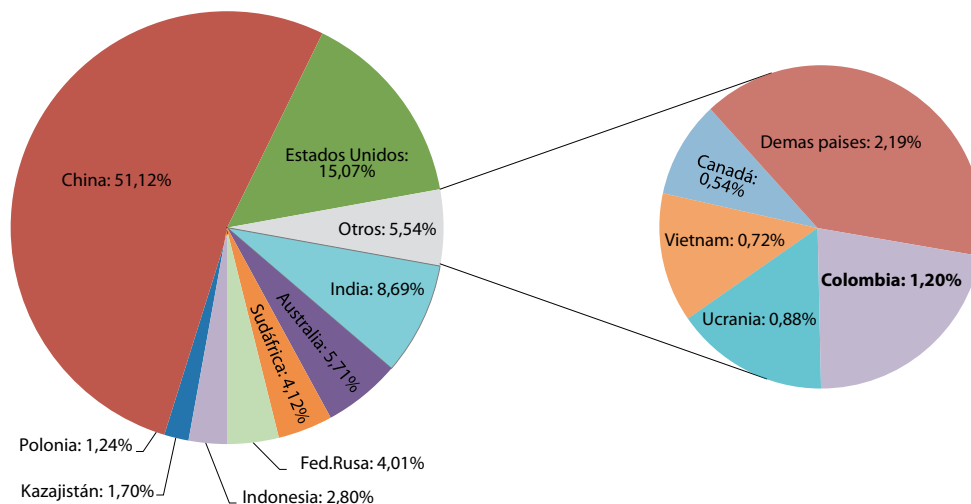


Fuente: IEA Statistics 2011, Coal Information.

China tiene la mayor participación mundial en la producción de carbón (51,12%), seguido de Estados Unidos (15,07%), India

(8,69%), Australia (5,71%). En otros países se encuentra Colombia, con el 1,20%, así:

FIGURA 6. PARTICIPACIÓN POR PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARBÓN 2010

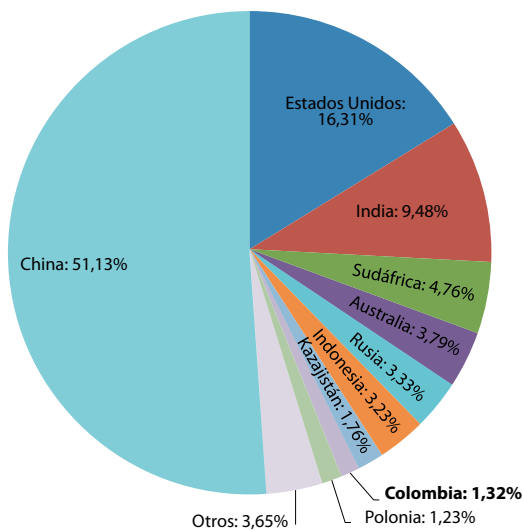


Fuente: IEA Statistics 2011, Coal Information.

2.2.1 Producción Mundial de Carbón Térmico

En el año 2010, la producción mundial de carbón térmico alcanzó la cifra de 5.294,75 Mt (IEA, 2011), con un crecimiento anual de 5,73% respecto al año 2009 y un promedio anual del 5,77% para los últimos 5 años. Colombia es el noveno productor mundial de carbón térmico, con aproximadamente el 1.32% del total a nivel mundial.

FIGURA 7. PARTICIPACIÓN POR PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARBÓN TÉRMICO 2010



Fuente: IEA Statistics 2011

Dentro de la estructura económica de los países y del sector industrial, el carbón térmico ha ganado importancia, debido a que viene generado gran parte de la electricidad mundial, a pesar de las críticas y restricciones por las emisiones de CO₂, lo cual se refleja en un incremento de 286,82 Mt en la producción del año 2009 al 2010.

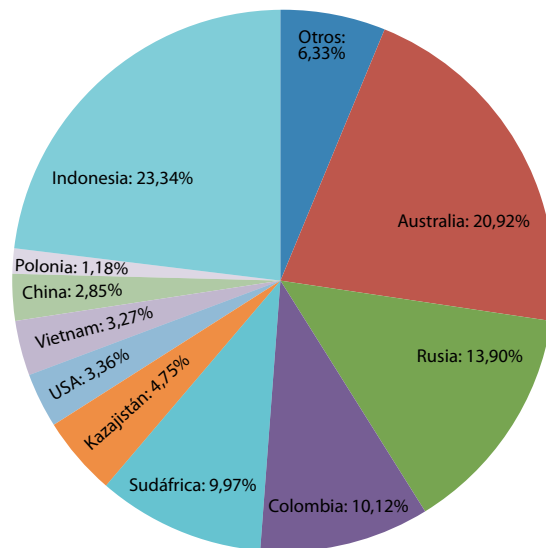
TABLA 3. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CARBÓN TÉRMICO

País	2009	2010	Participación (%)
China	2.478,89	2.707,35	51,13
Estados Unidos	875,24	863,63	16,31
India	493,61	502,19	9,48
Suráfrica	248,03	252,13	4,76
Australia	204,64	200,90	3,79
Fed. Rusa	147,13	176,24	3,33
Indonesia	148,30	171,09	3,23
Kazajistán	84,77	93,13	1,76
Colombia	70,12	69,78	1,30
Polonia	69,52	65,05	1,23
Otros	187,68	193,27	3,65
Total	5.007,93	5.294,75	100,00

Fuente: IEA Statistics 2011, Coal Information

La oferta mundial exportable de carbón térmico durante el 2009 fue de 653,5 Mt y de 684,1 Mt para el 2010, la cual tiene un crecimiento de 4,68% para el último año y una tasa promedio anual de 4,96%, desde el año 2000 hasta el año 2010, siendo liderada por Indonesia (23,34%), Australia (20,92%), Rusia (13,90%) y Colombia (10,12%).

FIGURA 8. PARTICIPACIÓN POR PAÍSES EN LA EXPORTACIÓN MUNDIAL DE CARBÓN TÉRMICO 2010



Fuente: IEA Statistics 2011

Colombia es el cuarto exportador de carbón térmico, el que en su mayor parte proviene de los departamentos de Cesar y La Guajira.

TABLA 4. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE CARBÓN TÉRMICO

País	2009	2010	Participación (%)
Indonesia	147,3	159,7	23,34
Australia	136,5	143,1	20,92
Rusia	92,3	95,1	13,90
Colombia	66,7	69,2	10,12
Suráfrica	66,2	68,2	9,97
Kazajistán	28,8	32,5	4,75
Estados Unidos	19,6	23,0	3,36
Vietnam	25,0	22,4	3,27
China	21,7	19,5	2,85
Polonia	6,7	8,1	1,18
Otros	42,7	43,3	6,33
Total	653,5	684,1	100,00

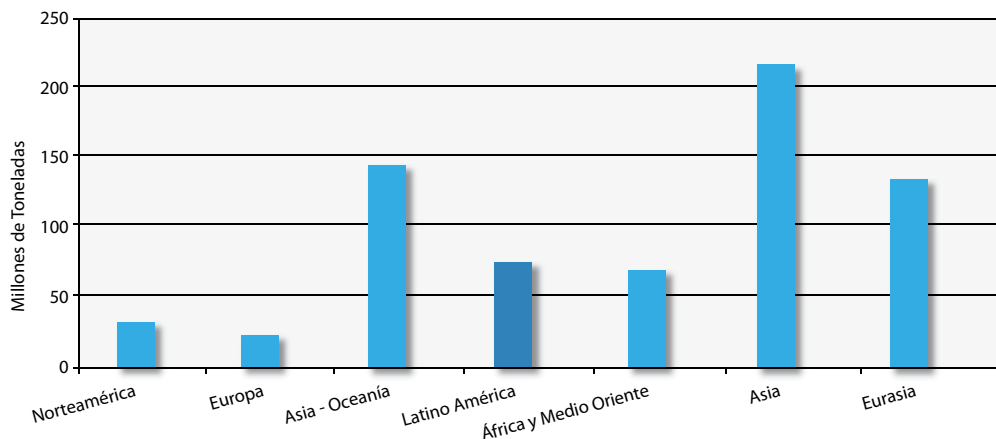
Fuente: IEA Statistics 2011

Por regiones, el volumen exportado de carbón térmico en el año 2010 muestra que Asia reporta el 31,3%, ocupando el primer lugar a nivel mundial. Posteriormente, se encuentran Asia-Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), Eurasia, Latinoamérica, África y Medio Oriente, Norteamérica y Europa con el 20,9%, 19,5%, 10,96%, 10,0%, 4,2% y 3,2%, respectivamente, como se muestra en la figura 9.

El consumo mundial de carbón térmico presenta en el periodo 2005-2010 un crecimiento de aproximadamente 10,6% en promedio y se mantiene alrededor de 4.718 Mt en igual periodo. En el año 2005, el consumo mundial de carbón térmico fue de 4.251 Mt, pasando alrededor de 5.437 Mt en el año 2010 a nivel mundial.

De los países con consumo mayor de 50 Mt/año de carbón térmico, algunos, como Rusia, muestran un incremento del 44% en el consumo, al pasar de 69,6 a 100,3 Mt. China Taipéi, Japón y la República de China incrementaron su consumo de térmico alrededor de 15 y 16%,

FIGURA 9. PRINCIPALES REGIONES EXPORTADORAS DE CARBÓN TÉRMICO 2010



	Norteamérica	Europa	Asia - Oceanía	Latino América	África y Medio Oriente	Asia	Eurasia
2010 Mt	28,8	21,6	143,2	74,7	68,2	214,5	133,2
Participación	4,2%	3,2%	20,9%	10,9%	10,0%	31,3%	19,5%

Fuente: IEA Statistics 2011

resultado de una demanda mayor. Australia presenta un decrecimiento del 3,46%, al pasar de 63,6 a 61,5 Mt. Las principales variaciones anuales se presentaron en los siguientes países:

TABLA 5. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CARBÓN TÉRMICO CON MAYOR DEMANDA

País	2009 Mt	2010 Mt	Participación (%)	Incremento (%)
China	2.445,17	2.816,43	51,80	15,18
Estados Unidos	839,35	876,37	16,12	4,41
India	534,61	560,10	10,30	4,77
Suráfrica	182,75	183,96	3,38	0,66
Japón	111,54	128,96	2,37	15,62
Rusia	69,63	100,28	1,84	44,02
Corea	85,68	91,46	1,68	6,74
Polonia	65,82	72,19	1,33	9,67
Australia	63,64	61,45	1,13	-3,46
Kazajistán	56,12	60,90	1,12	8,52
China Taipéi	50,00	58,41	1,07	16,83

Fuente: IEA Statistics 2011

Nota: Algunos países, como Estados Unidos y Australia, incluyen en este consumo el carbón subbituminoso.

Entre los países con menor participación en el consumo de carbón térmico, el cual tuvo un incremento del período 2009 a 2010, tenemos a Venezuela e Indonesia. Las principales variaciones anuales se presentan en los siguientes países:

TABLA 6. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CARBÓN TÉRMICO CON MENOR DEMANDA

País	2009 Mt	2010 Mt	Participación (%)	Incremento (%)
Venezuela	0,07	2,64	0,05	3.611,27
Indonesia	0,95	11,37	0,21	1.095,79
Croacia	0,80	1,94	0,04	142,68
Otros África	0,97	2,03	0,04	109,28

País	2009 Mt	2010 Mt	Participación (%)	Incremento (%)
Filipinas	7,37	11,18	0,21	51,77
Turquía	14,89	21,33	0,39	43,24
Bangladés	1,26	1,80	0,03	43,20
Brasil	3,60	4,89	0,09	35,81
Pakistán	6,51	8,69	0,16	33,47
Finlandia	4,50	5,72	0,11	27,15
Alemania	36,54	43,48	0,80	18,97
Chile	6,23	7,26	0,13	16,53
México	14,46	16,47	0,30	13,90
Colombia	4,28	4,72	0,09	10,18
Tailandia	15,48	16,79	0,31	8,29
Malasia	19,68	21,31	0,39	8,29
República Checa	3,83	4,11	0,08	7,37
Reino Unido	43,12	45,23	0,83	4,89
Nueva Zelanda	2,70	2,83	0,05	4,74

Fuente: IEA Statistics 2011

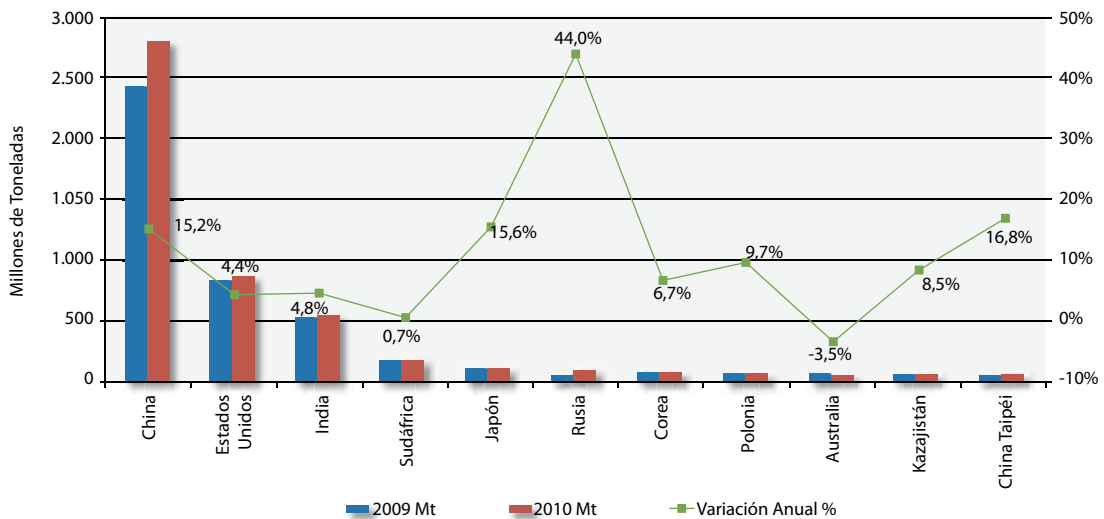
El aumento en el consumo es significativo, especialmente por la demanda de energía, la cual se ve incrementar para los años 2011 y 2012 en países como China, India, Japón y Europa. Los pronósticos hacen ver a Colombia como fuente para suplir las exportaciones al mercado europeo, a pesar del crecimiento y auge de las exportaciones de Estados Unidos a este mercado, mientras que las expectativas de China apuntan a Mongolia, teniendo en cuenta que la capacidad total de exportación de Indonesia, Rusia y Suráfrica se encuentra cubierta.

Entre los países europeos que disminuyeron el consumo de carbón térmico tenemos a España, Portugal, Bélgica, Eslovaquia, Holanda, Dinamarca, Austria, Bulgaria, Serbia, Francia, Estonia, Rumania, Chipre, Irlanda, Suecia, Luxemburgo e Islandia. Esta situación está determinada por la "recesión económica

y la consecuente desaceleración de la actividad productiva. Sin embargo, la disminución en el consumo de carbón fue mayor que la disminu-

ción en la generación bruta de electricidad y la disminución de la oferta total de energía primaria y la baja en el PIB de los países de la OECD⁷⁴.

FIGURA 10. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CARBÓN TÉRMICO 2010

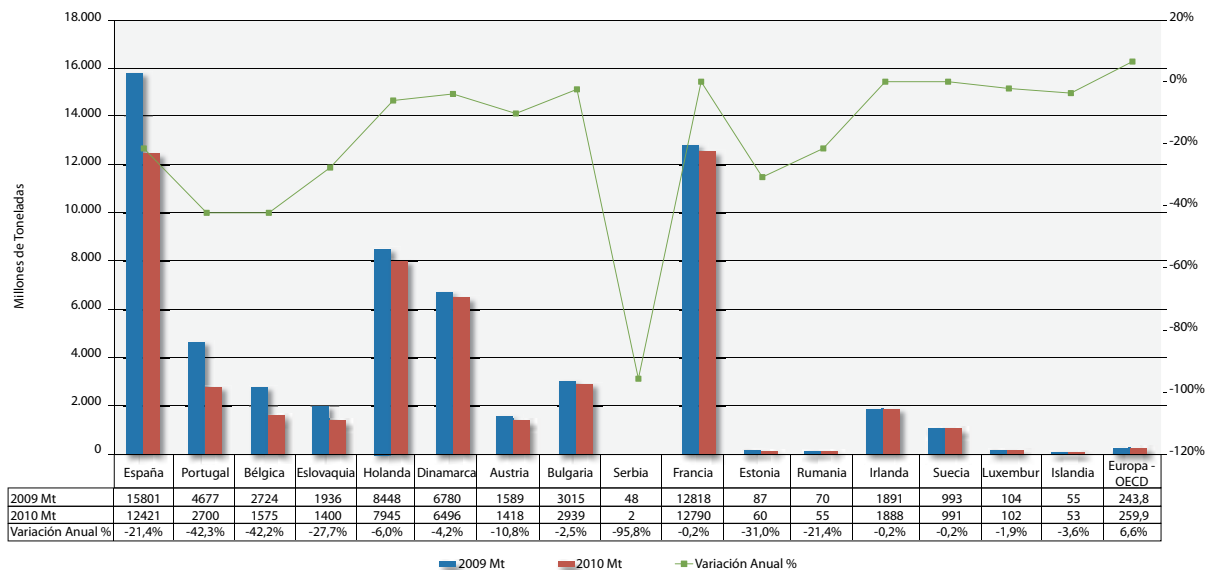


Fuente: IEA Statistics 2011

La mayoría de países europeos disminuyeron el consumo de carbón térmico en el año 2010, principalmente España, Portugal,

Bélgica, Eslovaquia, Holanda, Dinamarca y Austria, entre otros, como se muestra a continuación:

FIGURA 11. VARIACIÓN ANUAL DEL CONSUMO DE CARBÓN TÉRMICO EN EUROPA



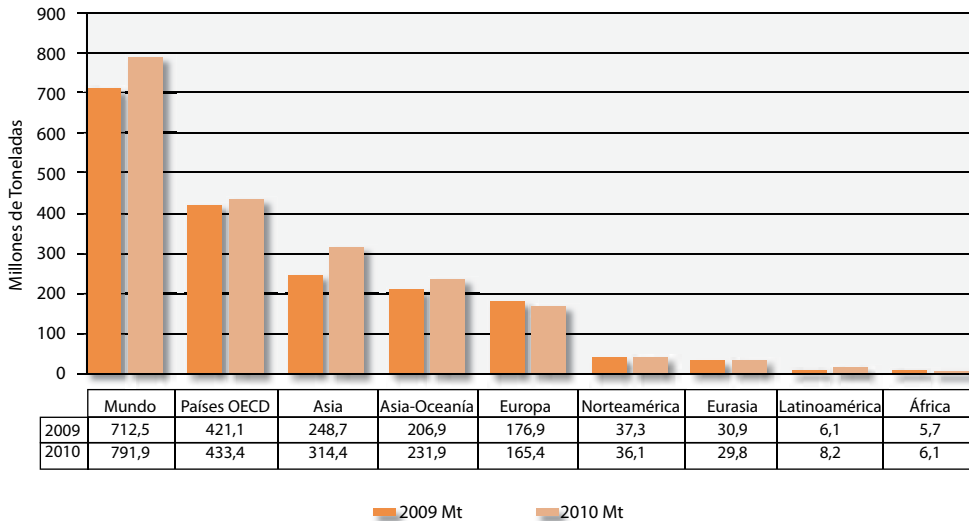
Fuente: IEA Statistics 2011

Nota: Algunos países como Finlandia, Francia y Portugal incluyen en este consumo el carbón subbituminoso.

En lo referente a las importaciones de carbón térmico de forma agregada, regiones como Asia, Asia-Oceanía, Latinoamérica y África han incrementado el volumen de importación del

mineral. Latinoamérica incrementó el volumen importado en 2,12 Mt, Asia en 65,66; Asia-Oceanía en 25,04 y África en 0,39 respecto al año 2009.

FIGURA 12. IMPORTACIONES REGIONALES AGREGADAS DE CARBÓN TÉRMICO



Fuente: IEA Statistics 2011

Regiones como Europa, Norteamérica y Eurasia (Rusia) disminuyeron sus importaciones en 11,55, 1.21 y 1,07 Mt, respectivamente.

Los principales países que importan el mineral están concentrados en Europa y Asia. China venía presentando un incremento de importaciones en el periodo 2005-2010 del 33.02%, con un promedio anual del 5,63% y un volumen promedio anual de 36,58 Mt.

En el año 2008 se disminuyó el volumen importado, siendo el incremento de solo 4,21 Mt. Para el año 2010 se muestra un mayor incremento, con el 11,14%, en comparación con el año anterior, para un incremento en el volumen de 79,38 Mt, llegando al máximo volumen importado de 791,9 Mt. Aunque el consumo de este mineral aumentó en China, aproximadamente el 15,18% (371.3 Mt), dicho incremento se vio compensado por el aumento de la producción en aproximadamente

9,2%, representado en 228.5 Mt, aproximadamente.

Según la información publicada en Coal Information 2011, China tuvo una producción en el 2010 de alrededor de 2.707,3 Mt, importaciones de 128,6 Mt, exportaciones de 19,5 Mt y un consumo anual de 2.816,43 Mt, aproximadamente.

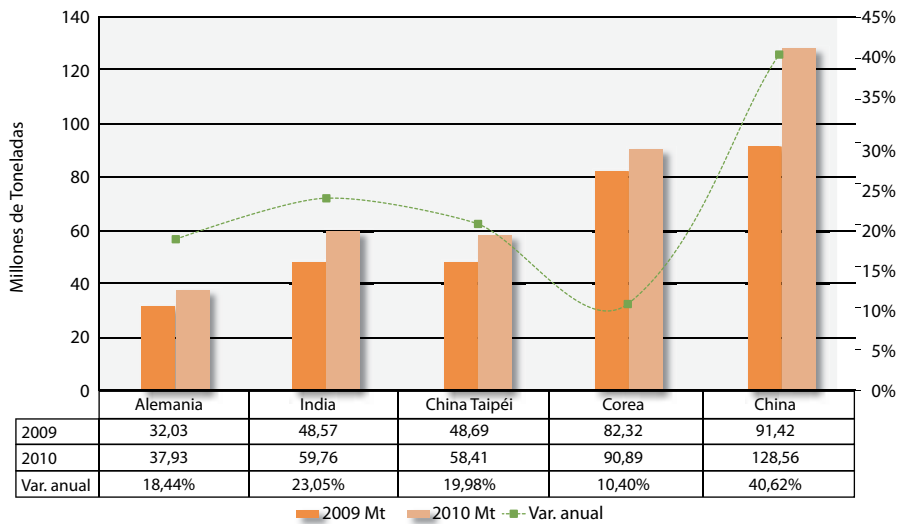
$$\text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} = \text{Consumo}$$

$$2.707,4 \text{ Mt} + 128,6 \text{ Mt} - 19,5 \text{ Mt} = 2.816,4 \text{ Mt}$$

$$2.816,4 \text{ Mt} = 2.816,4 \text{ Mt}$$

A nivel mundial, las importaciones por país se han incrementado principalmente en Alemania, India, China Taipéi, Corea y China, de la siguiente forma:

FIGURA 13. PRINCIPALES IMPORTADORES DE CARBÓN TÉRMICO



Fuente: IEA Statistics 2011

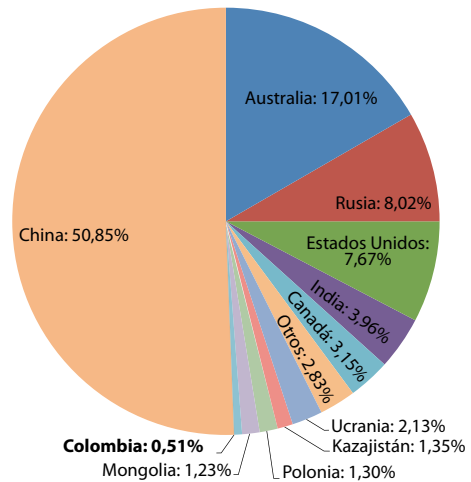
2.2.2 Producción Mundial de Carbón Coquizable o Metalúrgico

La producción mundial estimada de carbón coquizable para el año 2010 fue de 894,5 Mt, presentando un incremento del 14,22% respecto al 2009. Esta producción presenta un crecimiento promedio anual en el periodo 2005-2010 de aproximadamente el 6,9%, el mayor incremento anual en el volumen producido en el año 2010, al pasar de 783,18 a 894,5 Mt y el menor para el año 2008, con una variación anual de 0,8% representada en algo más de 6,09 Mt.

China, Australia, Rusia, Estados Unidos, India, Canadá y Ucrania concentran el 92,78% de la producción mundial de carbón coquizable. China es el principal productor de dicho mineral con aproximadamente el 50,85% del volumen mundial, representado en 416,5 Mt.

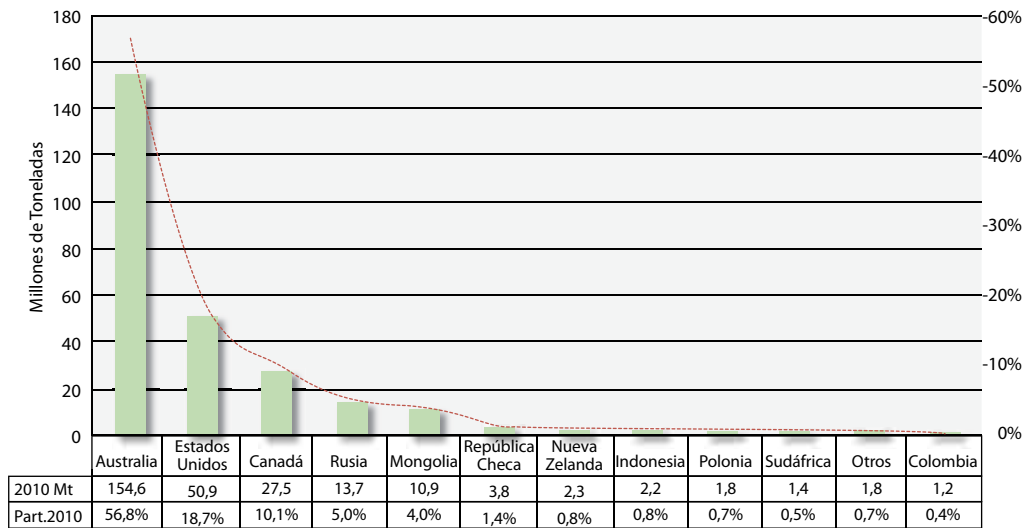
La producción estimada de carbón coquizable colombiano en el año 2010 alcanzó las 4,57 Mt, presentando un incremento anual del 80,21% en el volumen producido respecto a 2,54 Mt del año 2009. Dicha producción representa el 0,51% del volumen total de producción de carbón coquizable mundial.

FIGURA 14. PRINCIPALES PRODUCTORES DE CARBÓN COQUIZABLE 2010



Fuente: IEA Statistics 2011, DANE; Cálculos UPME

Las exportaciones estimadas en el 2010 ascendieron a 272,1 Mt, presentando un incremento del 28,20% respecto al 2009, estimadas en 59,9 Mt. Australia es el mayor exportador, con el 56,81% del volumen total exportado a nivel mundial. Otros países, como Estados Unidos, Canadá, Indonesia, Rusia, China, Polonia, Sudáfrica y Colombia complementaron la oferta exportable mundial de la siguiente forma:

FIGURA 15. PRINCIPALES EXPORTADORES DE CARBÓN COQUIZABLE


Fuente: IEA Statistics 2011, DANE; cálculos UPME

El consumo mundial de carbón coquizable presenta en el período 2005-2010 un crecimiento de aproximadamente 11,28% en promedio y se mantiene alrededor de 740,55 Mt promedio en igual período. En el año 2005, el consumo mundial de carbón coquizable fue de 627,79 Mt, pasando en el año 2010 a cerca de 879,47 Mt a nivel mundial.

De los mayores consumidores de carbón coquizable (10 Mt/año), algunos países como Brasil, Estados Unidos y Polonia, muestran un incremento del 36,6%, 36,4% y 32,0%, al pasar de 9,15 a 12,49 Mt, 14,04 a 19,15 Mt y 9,91 a 13,08 Mt, respectivamente, mientras que Corea, India, Rusia, Ucrania y la República de China incrementaron su consumo alrededor de 10 y 16%, resultado de una demanda mayor, mientras que Alemania presenta un decrecimiento del 2,3%, al pasar de 15,47 a 15,11 Mt. Las principales variaciones anuales se presentaron en los siguientes países:

TABLA 7. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CARBÓN COQUIZABLE CON MAYOR DEMANDA

País	2009 Mt	2010 Mt	Participación (%)	Incremento (%)
China	438,57	502,67	57,16	14,62
India	54,56	65,56	7,45	20,16
Fed. Rusa	46,81	58,20	6,62	24,33
Japón	52,51	57,68	6,56	9,84
Ucrania	24,77	29,09	3,31	17,42
Corea	21,18	26,93	3,06	27,11
Estados Unidos	14,04	19,15	2,18	36,39
Alemania	15,47	15,11	1,72	-2,31
Polonia	9,91	13,08	1,49	32,01
Brasil	9,15	12,49	1,42	36,60
Kazajistán	10,70	11,75	1,34	9,78

Fuente: IEA Statistics 2011

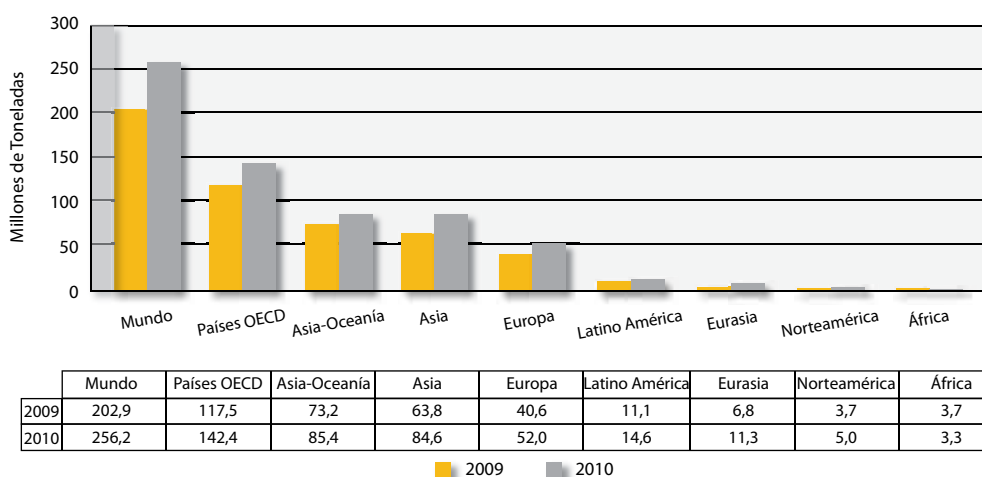
A nivel mundial las importaciones estimadas de carbón coquizable para el año 2010 fueron de 256,2 Mt aproximadamente. El comportamiento respecto al año 2009 demostró un incremento anual de 26,27%, estimado en aproximadamente 53,3 Mt. La región de Asia se ha constituido en el mayor importador mundial de carbón coquizable.

Según cifras de EIA para el año 2010, el volumen importado por Asia-Oceanía ascendió a 85,4 Mt, constituyendo el 33,33% de las importaciones mundiales de dicho mineral, seguido por Asia, con 84,6 Mt, que corresponden al 33,03%.

Los países europeos componen la tercera región importadora, con alrededor de 52 Mt e incremento en el volumen importado de 11,5 Mt; es decir, el 28,24% respecto al año 2009. Latinoamérica aparece en el cuarto lugar con importaciones de 14,6 Mt mostrando de igual forma un aumento del 30,6% en su volumen importado.

El comportamiento regional a nivel mundial de las importaciones de carbón coquizable es tal como aparece en la figura 16.

FIGURA 16. PRINCIPALES IMPORTADORES DE CARBÓN COQUIZABLE



Fuente: IEA Statistics 2011, cálculos UPME

En el 2010, las cifras indican que Japón es el principal importador mundial de carbón coquizable (57,68 Mt), constituyendo el 22,5% del volumen importado. Este país aumentó las importaciones respecto al año 2009 en un 9,84% con un monto aproximado de 5,17 Mt, al igual que China, Corea, India, Alemania, Inglaterra, España, Francia y Bélgica, que incrementaron sus importaciones. Rusia presentó una disminución del 18,67% (42.000 toneladas) sus importaciones.

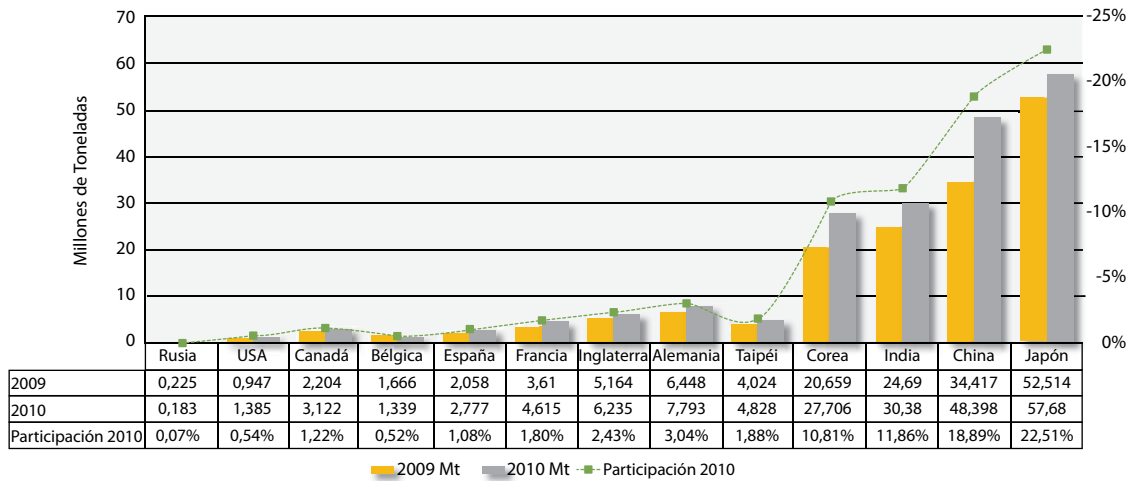
China, Corea, India, Alemania, Inglaterra, España, Francia y Bélgica importan alrededor del 54,1% del volumen total mundial, como se detalla en la figura 17.

2.2.3 Producción Mundial de Coque

El coque, producto o residuo obtenido de la destilación de algunos carbones, es un sólido de color gris negruzco, poroso y poco denso, que arde sin llama y tiene gran poder calorífico. Contiene, en su mayor parte, carbono (92%) y el resto ceniza (8%) y se emplea principalmente como reductor en la industria siderúrgica para la fabricación de acero.

La producción estimada en el año 2010 de coque fue de 122,6 Mt, según la información de IEA 2011 para los países miembros de la OECD (Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo), presentando un

FIGURA 17. PRINCIPALES IMPORTADORES DE CARBÓN COQUIZABLE

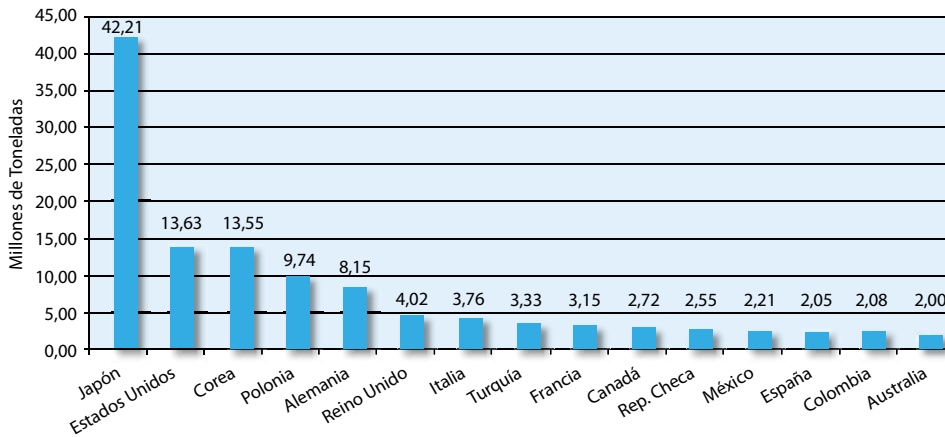


Fuente: IEA Statistics 2011, cálculos UPME

incremento en la producción anual del 17%, equivalente a 17,8 Mt, determinada por la producción principalmente de Japón, Estados Unidos, Corea, Polonia, Alemania, Inglaterra, Italia, Turquía y Francia, entre otros.

La producción de coque en Colombia para el año 2010 fue de 2,08 Mt, volumen que supera la producción de Australia, Eslovaquia, Holanda, Austria, Suecia, Hungría y Bélgica.

FIGURA 18. PRODUCCIÓN DE COQUE. PAÍSES OECD Y COLOMBIA 2010

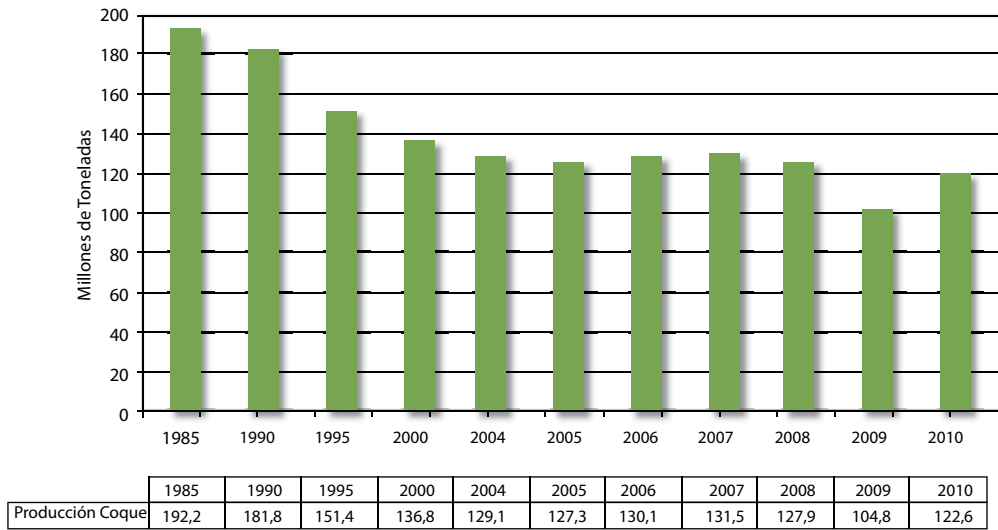


Fuente: IEA Statistics 2011, UPME – SIMCO. Cálculos UPME

En el período comprendido entre 2005 y 2010 hubo un decrecimiento promedio en la producción de coque del 4,23% en la OECD, al pasar de 127,3 a 122,6 Mt, determinado

principalmente por el descenso en la producción en dicho periodo de Estados Unidos, Turquía, Francia, Holanda, Bélgica, España y Australia.

FIGURA 19. PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE COQUE. PAÍSES OECD

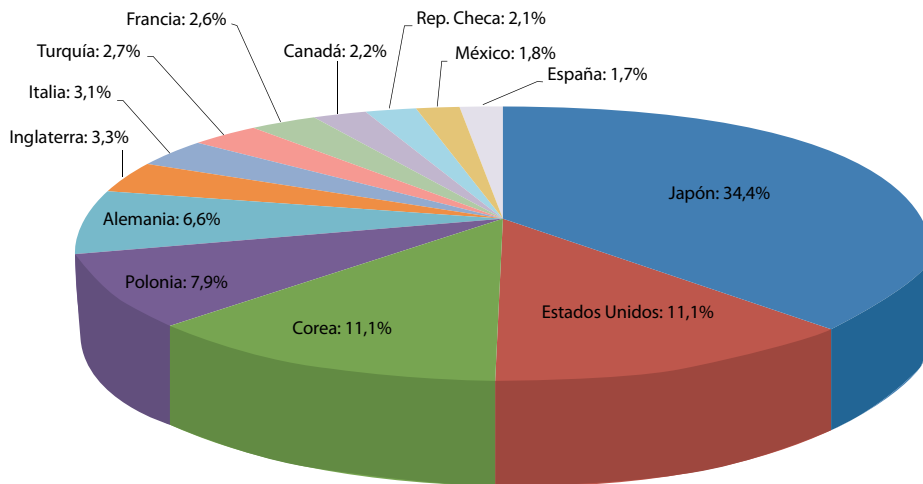


Fuente: IEA Statistics 2011

En el 2010, Japón produjo la mayor cantidad de coque, con 42,2 Mt, participando con el 34,44% de la producción mundial. Estados Unidos ocupa el segundo lugar, con el

11,12%, y el tercer lugar lo ocupa Corea, con el 11,05%, según los registros para los países que conforman la OECD. La participación en la producción de coque está conformada así:

FIGURA 20. PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE COQUE. PAÍSES OECD 2010

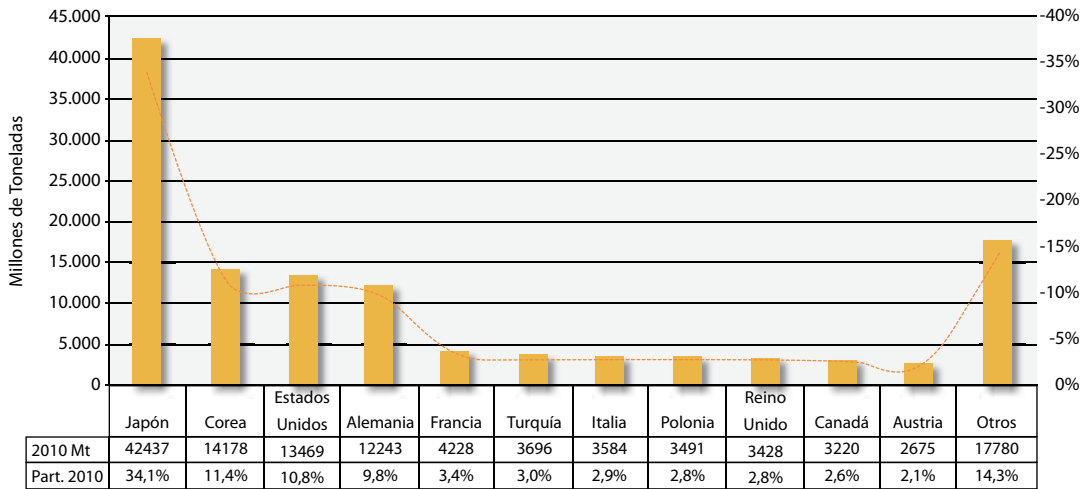


Fuente: IEA Statistics 2011

El consumo promedio en el período 2005-2010 fue alrededor 124,4 Mt. En cuanto a coque disminuyó en la OECD en 0,61%, pasando de 132,96 Mt en el 2005 a 124,43 Mt en el

2010. Japón presentó un consumo medio de 42,44 Mt, seguido de Corea, con 14,18 Mt, y los Estados Unidos, una media de 13,47 Mt en el periodo considerado.

FIGURA 21. CONSUMO DE COQUE POR PAÍS DE LA OECD

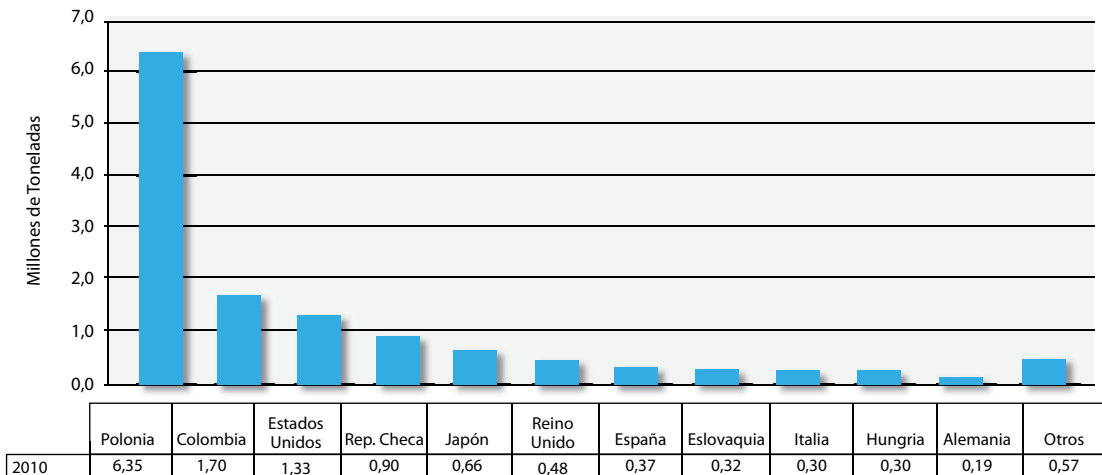


Fuente: IEA Statistics 2011, cálculos UPME

El volumen de coque exportado fue de 11,7 Mt en el 2010, presentando una variación anual del 11,81%, en comparación con las 10,16 Mt del año 2009. El volumen exportado presentó un comportamiento promedio de 12,42 Mt entre el 2005 y el 2010.

El principal exportador de coque en el 2010 fue Polonia, con 6,35 Mt, seguido de los Estados Unidos, con 1,33 Mt, y República Checa, con 0,94 Mt. Las exportaciones de Colombia en el año 2010 fueron de 1,7 Mt.

FIGURA 22. EXPORTADORES DE COQUE. PAÍSES DE LA OECD Y COLOMBIA 2010

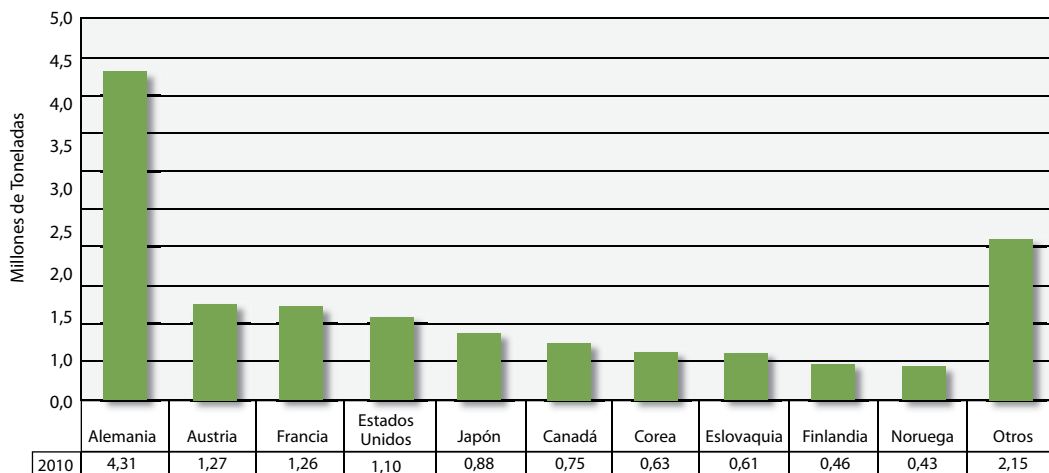


Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

El volumen de importaciones fue de 13,85 Mt en el 2010, presentando una variación anual del 46,44%, en comparación con las 9,46 Mt del año 2009. El volumen importado presentó un comportamiento promedio

de 16,4 Mt entre el 2005 y el 2010. El principal importador de coque en el 2010 fue Alemania, con 4,3 Mt, seguido de Austria (1,27 Mt), Francia (1,26 Mt) y Estados Unidos (1,1 Mt).

FIGURA 23. IMPORTACIONES DE COQUE PAÍSES DE LA OECD



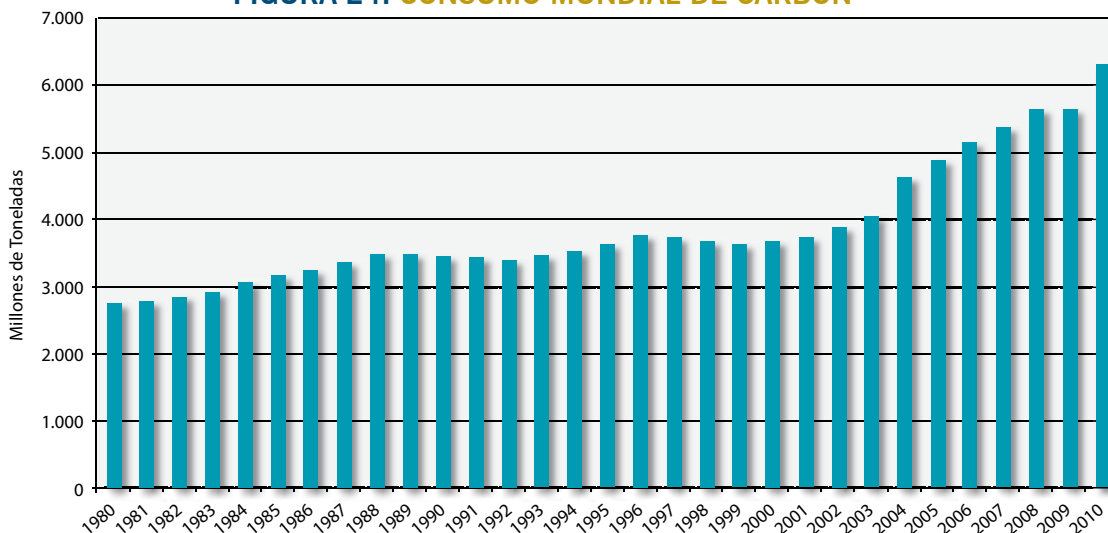
Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

2.3. Consumo Mundial de Carbón

El carbón es la segunda fuente de energía primaria debido a su abundancia y a las políticas adoptadas por países industrializados, que producen cerca del 80% de la energía requerida a partir de los combustibles fósiles, especialmente después de la crisis petrolera de los años setenta.

El consumo mundial de carbón ha presentado una media anual de 3.832,3 Mt entre 1980 y 2010, mientras que es de 5.508,5 Mt entre 2005 y 2010, alcanzando el máximo consumo en el 2010 con 6.316,7 Mt (29,47% más que en 2005), de los cuales el 86,08% corresponde a carbón térmico y el restante 13,92% a carbón coquizable.

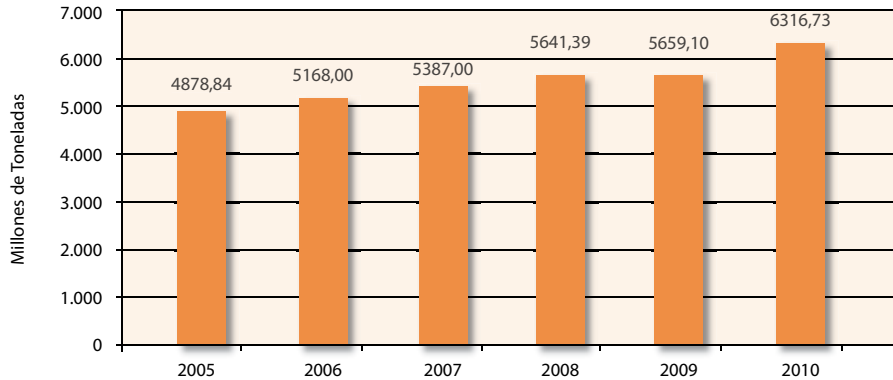
FIGURA 24. CONSUMO MUNDIAL DE CARBÓN



Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

El consumo de carbón para el año 2010 presentó un crecimiento de 11,62%, al pasar de 5.659 Mt a 6.317Mt, mientras que el crecimiento promedio del año 2005 a 2010 fue del 5,36%.

FIGURA 25. CONSUMO MUNDIAL DE CARBÓN 2005-2010



Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

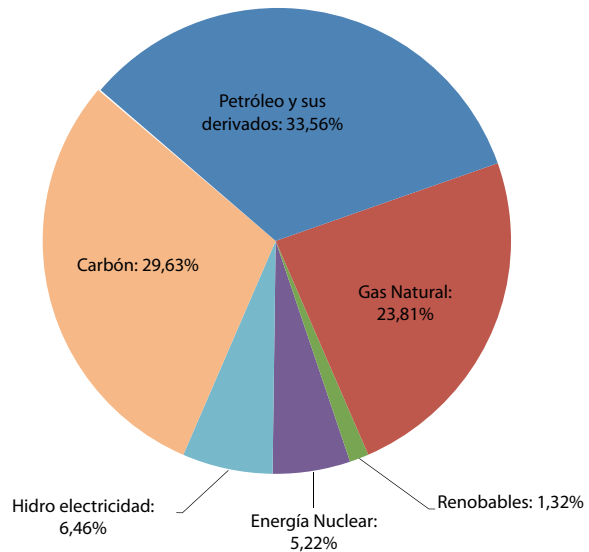
Los mayores consumidores de carbón en el 2010 fueron China (52,54%), Estados Unidos (14,18%), India (9,9%), Sudáfrica (2,96%), Japón (2,95%), Rusia (2,51%), Corea (1,87%) y Polonia (1,35%).

Durante el 2010, el consumo mundial de energía primaria considerando petróleo, gas natural, carbón, recursos nucleares e hidroelectricidad fue de 12.002,4 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep).

La figura 26 muestra cómo la demanda porcentual de estos energéticos está encabezada por el petróleo y sus derivados, con 33,6%, seguidos por el carbón (29,6%), gas natural (23,8%), hidroelectricidad (6,5%), energía nuclear (5,2%) y energías renovables (1,3%).

Entre los años 2005 y 2010 se registró un aumento de 11,12% en el consumo de energía, al pasar de 10.800,9 Mtep a 12.002,4 Mtep, mientras que del 2009 a 2010 el aumento fue de 5,62%, al pasar de 11.363,2 Mtep a 12.002,4 Mtep.

FIGURA 26. PARTICIPACIÓN POR ENERGÉTICO EN EL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA

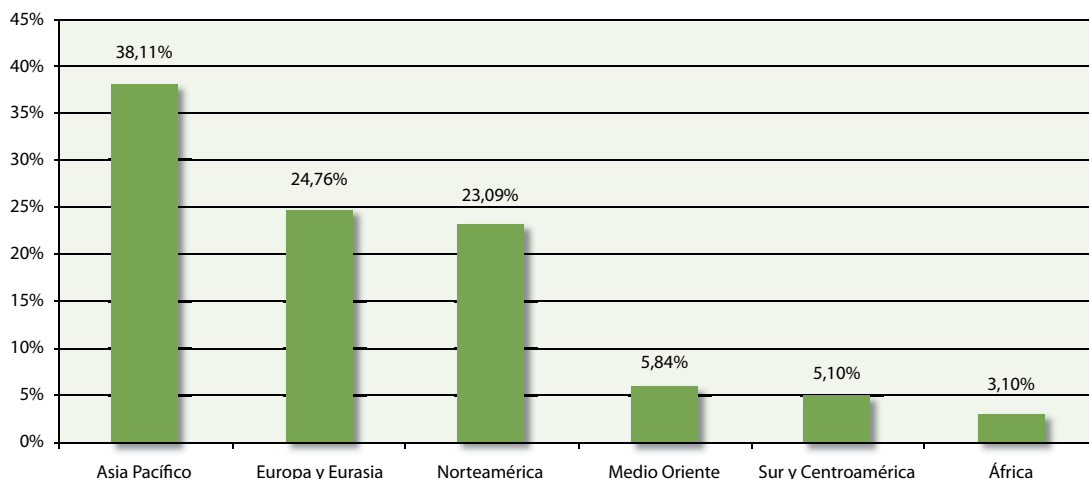


Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy 2011, cálculos UPME

El mayor incremento lo presentan las energías renovables, con 15,48%, seguidas del carbón, con 7,57%, mientras que el gas natural, la hidroelectricidad, el petróleo y sus derivados y la energía nuclear muestran tasas de 7,39%, 5,34%, 3,06% y 1,98%, respectivamente.

La participación en el consumo mundial de energía presenta a la región de Asia Pacífico como la mayor consumidora, con un 38,11%, seguida de Europa y Eurasia (24,76%), Norteamérica (23,09%), Medio Oriente (5,84%), Sur y Centroamérica (5,10%) y África (3,10%).

FIGURA 27. PARTICIPACIÓN POR REGIÓN EN EL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA

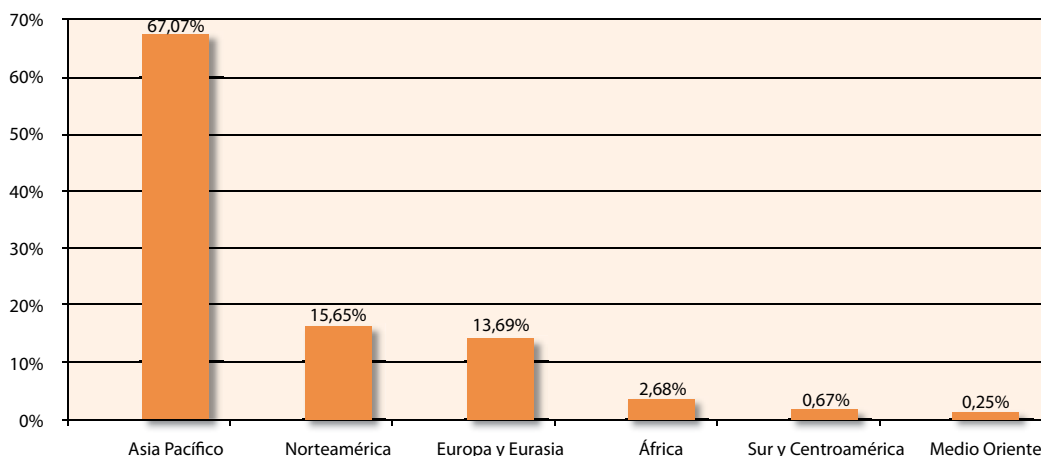


Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy 2011, cálculos UPME

Como se muestra a continuación, en el 2010 los mayores consumos de carbón para generación eléctrica los tuvieron Asia (67,07%), Norteamérica (15,65%) y Europa-Eurasia (13,69%).

América Latina participó con 0,67%, del cual el 83,97% lo concentraron Brasil, Colombia y Chile, con el 52,16%, 16,05% y 15,75% respectivamente.

FIGURA 28. PARTICIPACIÓN EN EL CONSUMO DE CARBÓN EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA



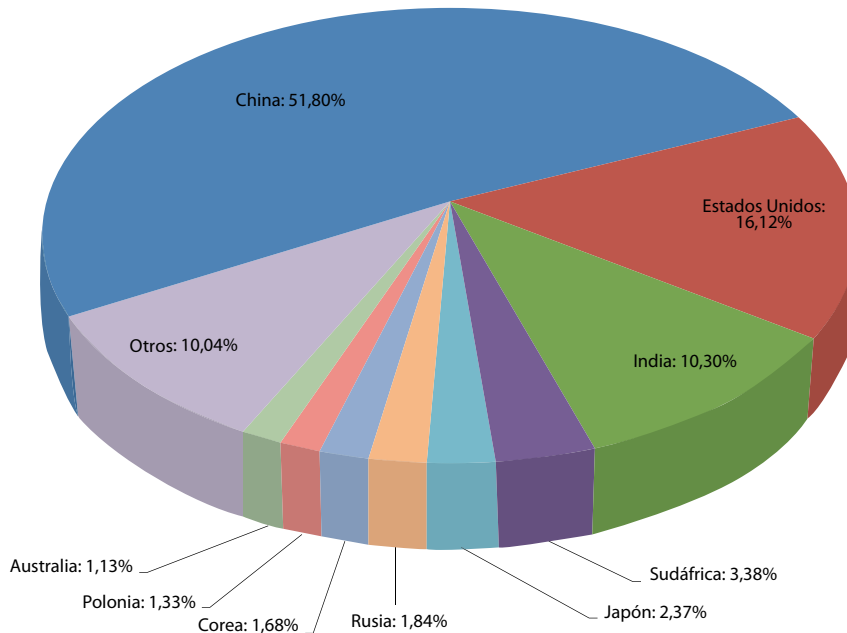
Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy 2011, cálculos UPME

2.3.1 Consumo Mundial de Carbón Térmico

El consumo de carbón térmico, requerido principalmente en la generación eléctrica, alcanzó 5.437 Mt en 2010, con un crecimiento del

145,83% respecto a 1980. China concentró en el 2010 el 51,80% del consumo, seguido por Estados Unidos (16,12%), India (10,33%), Sudáfrica (3,38%), Japón (2,37%), Rusia (1,84%), Corea (1,68%), Polonia (1,33%), Australia (1,13%) y el resto de países (10,04%).

FIGURA 29. PARTICIPACIÓN EN EL CONSUMO DE CARBÓN TÉRMICO 2010



Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

Uno de los aspectos importantes en el consumo de carbón térmico es mantener la seguridad del suministro energético, lo que llevó a un aumento significativo sobre las expectativas de consumo de carbón, a pesar de la necesidad de mitigar el crecimiento de CO₂ y las mejoras en la eficiencia energética de la generación de energía con base en carbón.

2.3.2 Consumo Mundial de Carbón Coquizable

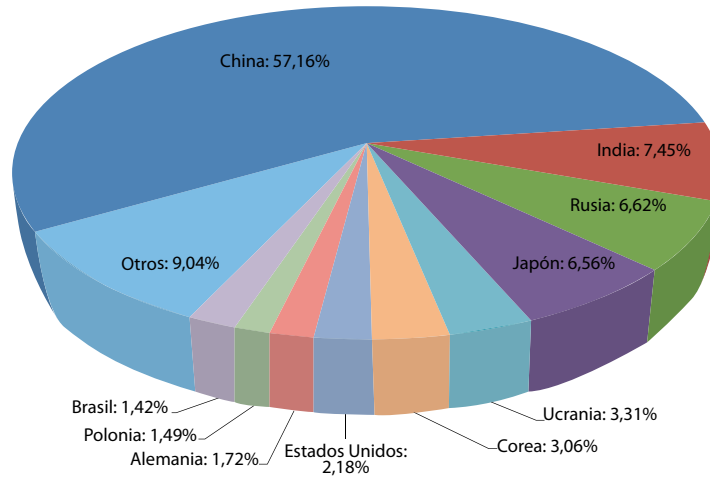
Entre 1980 y 2010, el consumo de este tipo de carbón muestra un crecimiento constante y tiene un incremento del 57,60%, al pasar de 558,04 Mt a 879,47 Mt. El consumo promedio del año 2005 a 2010 se mantuvo en 740,5 Mt y un incremento del 11,28%, pre-

sentando un decrecimiento en el año 2008 del 0,47% y su máximo consumo en el año 2010.

En 2010, Asia consumió alrededor de 658,5 Mt (74,88% del mundo), donde China, principal consumidor de Asia y Mundial, absorbió 502,7 Mt. Otros países como India, Japón y Corea, consumieron 65,6 Mt, 57,7 Mt y 26,9 Mt, respectivamente.

Durante el año 2010 China presentó el mayor consumo, con el 57,16%, seguido por India (7,45%), Rusia (6,42%), Japón (6,56%), Ucrania (3,31%), Corea (3,06%), Estados Unidos (2,18%), Alemania (1,72%), Polonia (1,49%), Brasil (1,42%) y el resto de países (9,04%).

FIGURA 30. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CARBÓN COQUIZABLE 2010



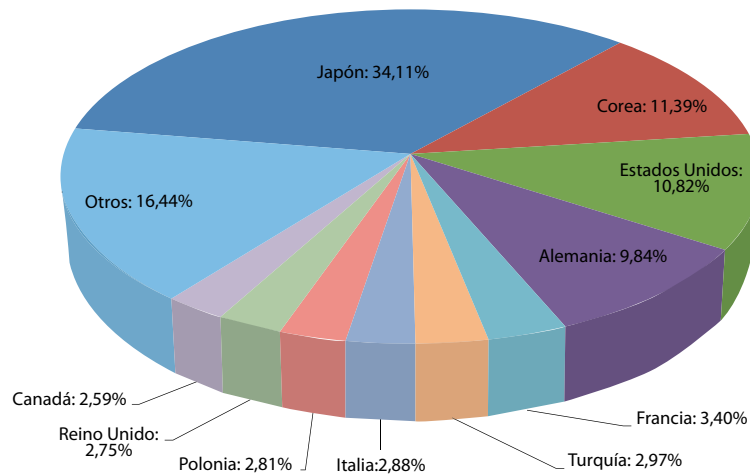
Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

2.3.3 Consumo Mundial de Coque

El consumo de coque entre 1980 y 2010 presenta un decrecimiento del 41,48%, al pasar de 212,62 Mt a 124,43 Mt, una disminución de 88,20 Mt. El consumo promedio del año 2005 a 2010 se mantuvo en 126 Mt y un decrecimiento del 2,64%, presentando su mayor disminución en el año 2009, con el 19,51%, al pasar de 132 Mt en el 2008 a 106 Mt en el 2009.

Los mayores consumidores de coque en 2010 fueron Japón, con 42,44 Mt (34,11%), le siguen Corea (14,18 Mt, 11,39%), Estados Unidos (13,47 Mt, 10,82%) y Alemania (12,24 Mt, 9,84%). Del continente americano se destacan México y Chile con participaciones de 1,51% y 0,32%, respectivamente.

FIGURA 31. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE COQUE 2010



Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

2.4. Otros Aspectos del Mercado Internacional

Existen tres grandes mercados de carbón: el asiático, el europeo y el estadounidense. El primero es abastecido esencialmente por Australia, Indonesia, Canadá, Sudáfrica y China, mientras que el segundo lo es por Sudáfrica, Colombia, Australia, Estados Unidos, Polonia y Rusia. En ocasiones, el mercado estadounidense se autoabastece, dado que dispone de reservas y que cuenta con factores importantes como la calidad e infraestructura.

El carbón se transporta por vía carretera, ferroviaria o fluvial desde las minas hasta los puertos de embarque y desde allí se envía a cerca de 200 puertos dedicados a esta ac-

tividad, siendo los principales aquellos conocidos como ARA (Ámsterdam, Róterdam y Antwerp), principal puerta de entrada de carbón a Europa. Otros puertos de embarque de carbón son los de Glandstone, Queensland en Australia, Richards Bay en Sudáfrica, Qinhuangdo en China y Puerto Bolívar en Colombia, entre otros.

El carbón puede ser negociado mediante contratos de largo plazo para períodos hasta de cinco años o contratos de corto plazo, surgidos a principios de la década de los noventa, cuya negociación suele ser flexible dado el precio, el cual está controlado por variables tales como: relación entre oferta y demanda, tipo de carbón, calidad, cantidad y costos de transporte hasta el puerto de embarque.

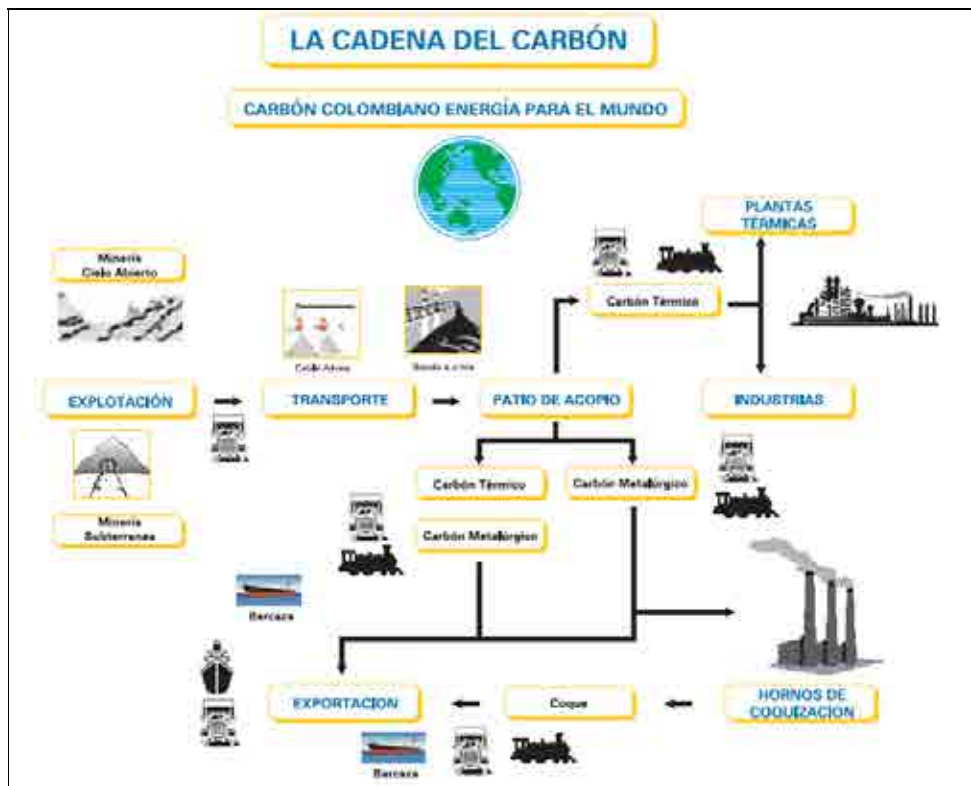
3. La Cadena del Carbon en Colombia

Este capítulo describe las principales actividades que componen la cadena colombiana del carbón, donde se eslabonan diferentes etapas que van desde la exploración minera hasta los usos finales, teniendo en cuenta, además de los aspectos generales, las características departamentales más relevantes.

En el país la cadena del carbón puede explicarse en las siguientes etapas:

- Exploración - reservas y calidades.
- Desarrollo y montaje, preparación y explotación (producción).
- Beneficio, clasificación y lavado del carbón.
- Transformación del carbón, en la producción de coque y otros procesos.
- Transporte desde la mina hasta el sitio de beneficio y los patios de acopio.
- Comercialización, distribución y usos.

FIGURA 32. ESQUEMA DE LA CADENA



3.1 Exploración, Reservas y Calidades del Carbón

La cadena del carbón se inicia con la etapa de exploración, consistente en la búsqueda del yacimiento carbonífero cuyas condiciones geológicas, tales como potencialidad y calidad, serán valoradas.

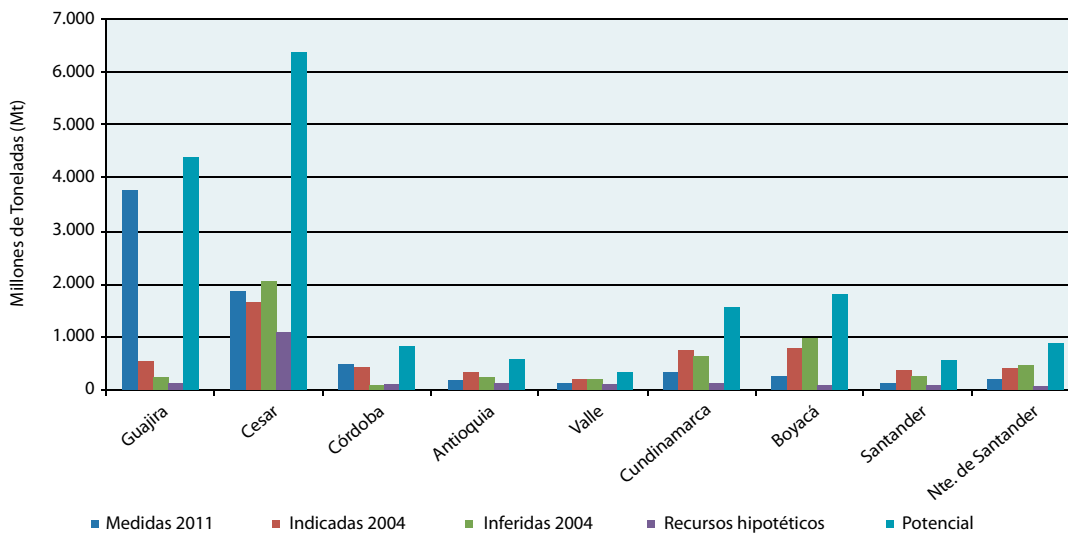
En general, los ciclos de exploración minera están asociados a la tendencia económica del momento, lo que explica a partir de precios internacionales altos el incremento de esta acti-

vidad desde el año 2004 y su intensificación desde el año 2008 a la fecha.

3.1.1 Reservas Carboníferas

Como se ha indicado, Colombia cuenta con recursos de carbón de excelente calidad, suficientes para participar en el mercado mundial por largo tiempo. Las reservas medidas son de 6.508 Mt, distribuidas en las tres cordilleras: Oriental, Central y Occidental. Se ubican principalmente en la costa atlántica, donde se encuentra el 89.80% del total del carbón nacional, que a su vez corresponde al 98% del carbón térmico (ver figuras 33 y 34).

FIGURA 33. RESERVAS DE CARBÓN EN COLOMBIA



Fuente: INGEOMINAS, *El carbón colombiano - recursos, reservas y calidad*, 2004; actualizó UPME

El 95% de las reservas se ubica en los departamentos de La Guajira, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca.

3.1.2 Calidades del Carbón Colombiano en Boca de Mina

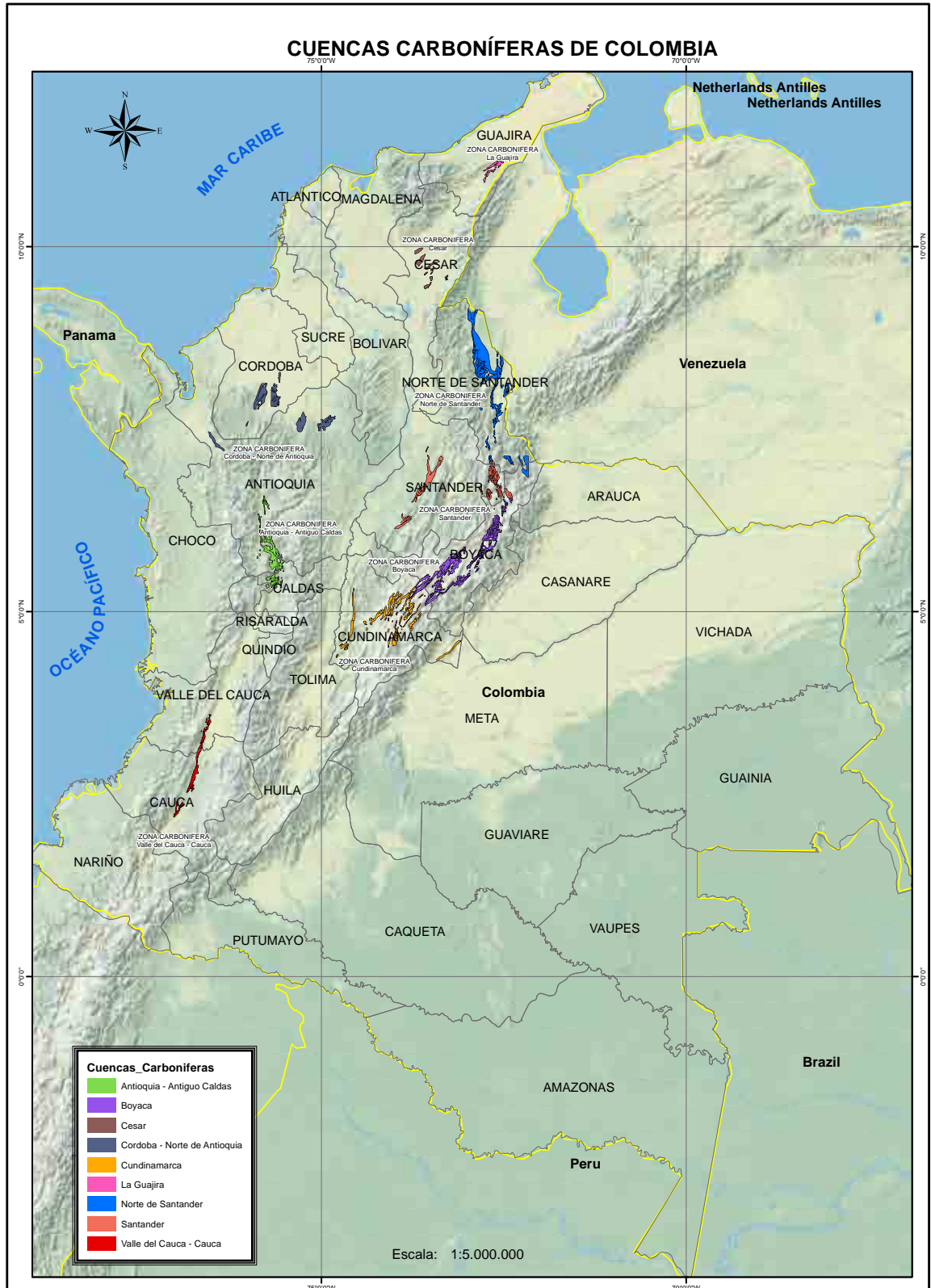
La calidad de los carbones está referida a las propiedades físicas y químicas, descritas en la figura 34 (Coal Processing Consultants Ltd., 1980), que son las que finalmente determinarán el uso final del material y enlistadas a continuación:

Humedad: Se presenta como humedad total, inherente o de equilibrio, superficial, agua de hidratación o agua de descomposición. Tiene importancia en contratos de compraventa, en evaluación y control de procesos industriales y en manejo y pulverización del carbón.

Cenizas (Cz): Residuo no combustible de origen orgánico e inorgánico.

Materias volátiles (Mv): Su contenido determina los rendimientos del coque y sus productos

FIGURA 34. FORMACIONES CARBONÍFERAS DE COLOMBIA



y es criterio de selección del carbón para gasificación y licuefacción.

Carbono fijo (CF): Es una medida de material combustible sólido y permite clasificar los carbones y definir los procesos de combustión y carbonización.

Azufre total (St): Parámetro en la definición de gases tóxicos de los procesos de gasificación y licuefacción.

Poder calorífico (PC): Representa la energía de combustión del carbono e hidrógeno y del azufre. Es el parámetro más importante en la definición de los contratos de compraventa de carbones térmicos y en la clasificación de los carbones por rango, se expresa en BTU/lb, Cal/gr, etc.

En la Tabla 8, se presenta la calidad de los carbones colombianos reportada por INGEOMINAS (2004) y discriminada por regiones.

TABLA 8. CALIDAD DEL CARBÓN COLOMBIANO SEGÚN ZONA CARBONÍFERA

Zona	Área	Sector	Humedad %		Cz %	MV %	CF %	St %	PC BTU/lb	PC MJ/Kg	PC kcal/kg
La Guajira	Cerrejón Norte		Eq. + 1	11,94	6,94	35,92	45,20	0,43	11.586	27,00	6.440
	Cerrejón Central										
	Cerrejón Sur										
Cesar	La Loma	Sinclinal La Loma	Eq. + 1	11,39	10,32	33,37	66,63	0,72	10.867	25,32	6.040
		El Boquerón	Eq. + 1½	10,29	5,61	36,79	47,31	0,59	11.616	27,07	6.450
		El Descanso Sur									
	La Jagua de Ibirico	La Jagua	Eq. + 1½	7,14	5,32	35,70	51,84	0,62	12.606	29,37	7.000
		Cerro Largo									
Córdoba-Norte de Antioquia	Alto San Jorge	San Pedro Sur	HR	14,49	9,24	37,55	38,73	1,31	9.280	21,62	5.160
		San Pedro Norte	HR	14,49	9,24	37,55	38,73	1,31	9.280	21,62	5.160
		Alto San Jorge	HR	14,49	9,24	37,55	38,73	1,31	9.280	21,62	5.160
Antioquia-Antiguo Caldas	Venecia-Fredonia		Eq. + 1	11,64	8,11	40,06	40,20	0,48	10.426	24,29	5.790
	Amagá-Angelópolis	Amagá-Nechí	Eq. + 1	13,16	11,96	36,69	38,18	0,55	9.682	22,56	5.380
		Angelópolis									
	Venecia-Bolombolo	Rincón Santo	HR	9,84	11,10	38,45	40,61	1,04	10.090	23,51	5.610
		Bolombolo	HR	8,49	7,90	37,77	45,91	1,09	11.113	25,89	6.170
	Titiribí	Corcovado	Eq. + 1	7,25	7,92	37,99	46,84	0,72	11.767	27,42	6.540
		El Balsal									
	Riosucio-Quinchía		HR	4,08	15,56	31,75	48,61	1,80	10.713	24,96	5.950
	Aranzazu-Santágueda	Aranzazu	HR	22,22	28,69	30,33	18,76	0,67	5.451	12,70	3.030
Santágueda		HR	19,03	25,05	37,32	18,60	0,43	6.230	14,52	3.460	
Valle del Cauca-Cauca	Yumbo-Asnazú	Golondrinas-Río Cañavalejo	Eq. + 1	2,69	22,38	28,15	46,79	2,85	11.088	28,84	6.160
		Cañavalejo-Río Pance									
		Río Pance-Río Guachinte									
		Río Guachinte-Río Asnazú									
	Río Dinde-Quebrada Honda		Eq. + 1	2,83	20,63	36,72	39,84	4,02	11.138	25,95	6.190
	Mosquera-El Hoyo	Pedregosa-Mosquera	Eq. + 1	8,11	16,30	35,18	40,42	1,42	10.058	23,44	5.590
		Limoncito-Yeguas									
El Vergel											
Quilcacé-El Hoyo											

TABLA 8. CALIDAD DEL CARBÓN COLOMBIANO SEGÚN ZONA CARBONÍFERA

Zona	Área	Sector	Humedad %		Cz %	MV %	CF %	St %	PC BTU/ lb	PC MJ/Kg	PC kcal/kg	
Zona	Área	Sector	Humedad %		Cz %	MV %	CF %	St %	PC BTU/ Lb	PC MJ/ Kg	PC kcal/ Kg	
Cundinamarca	Jerusalén-Guataquí		HR	5,19	5,34	39,09	50,38	0,58	13.044	30,39	7.250	
	Guaduas-Caparrapí	Caparrapí	HR	4,12	5,61	22,43	67,83	0,59	12.829	29,89	7.130	
		Guaduas										
	Guatavita-Sesquilé-Chocontá	Suesca-Chocontá	HR	1,98	11,23	34,88	51,91	0,91	12.682	29,55	7.050	
		Guatavita										
	Tabío-Río Frío-Carmen de Carupa	Carmen de Carupa	Eq. + 2	3,42	12,67	20,80	63,10	1,53	13.041	30,39	7.250	
		Tabío-Río Frío	Eq. + 2	4,12	9,76	18,01	68,11	0,93	13.390	31,20	7.440	
	Checua-Lenguazaque	Cogua-Sutatausa-Guachetá	Eq. + 2	3,66	9,46	26,80	60,07	0,80	13.433	31,30	7.460	
		Lenguazaque-Cucunubá-Nemocón	Eq. + 2	4,67	10,62	33,85	50,86	1,06	12.718	29,63	7.070	
	Suesca-Albarracín		Eq. + 1	3,92	10,43	33,53	52,12	0,69	12.738	29,68	7.080	
Zipaquirá-Neusa	Zipaquirá-Embalse del Neusa	HR	1,04	14,42	24,33	60,21	1,38	12.993	30,27	7.220		
	Embalse del Neusa-Vereda Lagunitas											
Páramo de la Bolsa-Machetá		HR	4,42	14,21	35,70	45,67	1,04	11.309	26,35	6.280		
Boyacá	Checua-Lenguazaque		Eq. + 2	3,56	10,00	25,19	61,25	0,80	13.439	31,31	7.470	
	Suesca-Albarracín		Eq. + 2	4,69	12,18	33,71	49,42	1,07	12.420	28,94	6.900	
	Tunja-Paipa-Duitama		Eq. + 2	9,48	11,40	38,03	41,09	1,53	11.268	26,25	6.260	
	Sogamoso-Jericó		Eq. + 2	4,29	9,57	30,19	55,96	1,23	13.099	30,52	7.280	
	Betania		HR	1,47	8,36	30,94	59,25	1,00	13.859	32,29	7.700	
	Úmbita-Laguna de Tota		Eq. + 2	5,75	13,10	38,34	42,80	1,21	11.699	27,26	6.500	
Santander	San Luis	Flanco Occidental	Térmicos	Eq. + 1	2,70	25,95	28,11	43,23	1,76	10.913	25,43	6.060
			Coquizables	HR	1,63	7,65	33,38	57,33	1,37	13.994	32,61	7.770
		Flanco Oriental	Térmicos	HR	1,18	18,72	30,48	49,62	2,01	12.284	28,62	6.820
			Coquizables	HR	1,18	10,09	29,05	59,67	2,15	13.893	32,37	7.720
	Cimitarra Sur		HR	4,61	4,61	29,77	61,01	0,62	13.021	30,34	7.230	
	Capitanejo-San Miguel		HR	6,33	7,51	19,00	67,16	0,93	11.782	27,45	6.550	
	Miranda		HR	1,81	14,47	15,13	68,59	3,46	12.803	29,83	7.110	
	Molagavita		HR	0,80	8,58	32,25	58,37	0,70	14.161	33,00	7.870	
Páramo del Almorzadero		HR	5,18	4,71	14,23	75,88	0,75	12.889	30,03	7.160		

TABLA 8. CALIDAD DEL CARBÓN COLOMBIANO SEGÚN ZONA CARBONÍFERA

Zona	Área	Sector	Humedad %	Cz %	MV %	CF %	St %	PC BTU/lb	PC MJ/Kg	PC kcal/kg		
Norte de Santander	Chitagá		Eq. + 1	3,29	12,59	12,90	71,22	1,44	12.804	29,83	7.110	
	Pamplona-Pamplonita	Pamplonita	Eq. + 1	2,96	9,97	36,15	50,92	1,34	13.199	30,75	7.330	
		Pamplona										
	Herrán-Toledo	Toledo	Eq. + 1	2,31	7,46	26,99	63,24	0,83	14.120	32,90	7.840	
		Herrán										
	Salazar	Norte	Eq. + 1	3,76	9,46	36,81	49,96	0,62	12.762	29,74	7.090	
		Centro										
		Sur										
	Tasajero	Este	Los Cuervos	Eq. + 1	2,84	10,17	34,82	52,18	0,85	13.326	31,05	7.400
		Oeste	Los Cuervos	Eq. + 1	2,56	7,65	33,67	56,12	0,85	13.925	32,45	7.740
		Sur	Carbonera	Eq. + 1	2,42	17,10	34,59	45,89	0,89	12.291	28,64	6.830
	Zulia-Chinácota	Zulia Sur	Los Cuervos	Eq. + 1	3,36	11,90	35,29	49,45	1,27	12.967	30,21	7.200
			Carbonera	Eq. + 1	2,71	5,95	30,55	60,80	0,71	14.153	32,98	7.860
		Santiago	Los Cuervos	Eq. + 1	2,71	5,95	30,55	60,80	0,71	14.153	32,98	7.860
			Carbonera	Eq. + 1	8,33	17,06	28,67	47,33	0,62	9.911	23,09	5.510
		San Cayetano	Los Cuervos	Eq. + 1	2,02	12,12	26,66	59,20	1,43	13.324	31,04	7.400
			Carbonera	Eq. + 1	2,17	18,05	36,61	43,17	0,78	11.410	26,59	6.340
		San Pedro	Los Cuervos	Eq. + 1	2,53	11,30	35,63	50,54	0,81	13.290	30,97	7.380
			Carbonera	Eq. + 1	2,69	14,88	38,49	43,94	0,83	12.436	28,98	6.910
	Villa del Rosario	Los Cuervos	Eq. + 1	2,74	7,50	36,70	53,06	0,70	13.588	31,66	7.550	
Catatumbo	Zulia Norte-Sardinata		Eq. + 1	3,67	9,18	37,57	49,59	0,95	12.602	29,36	7.000	
	El Carmen		HR	4,31	8,64	39,17	47,88	0,95	12.316	28,70	6.840	
Llanura Amazónica	Leticia		HR	10,39	30,89	36,09	22,63	3,67	6.662	15,53	3.700	

Fuente: INGEOMINAS (2004)

De acuerdo con los estudios de caracterización adelantados en las zonas carboníferas del país (INGEOMINAS, 2004), en la cordillera Oriental se encuentran los mejores carbones bituminosos para uso térmico y metalúrgico, junto con carbones antracíticos, tanto para el consumo interno como de exportación; en la cordillera Occidental, se hallan carbones bitu-

minosos y subbituminosos en Córdoba, norte de Antioquia, Valle del Cauca y Cauca. En la cordillera Central existen carbones bituminosos en las zonas carboníferas de Antioquia y Antiguo Caldas y, menos conocidos, en Huila y Tolima. Entre los municipios con potencial carbonífero se tienen:

TABLA 9. DEPARTAMENTOS Y MUNICIPIOS CON POTENCIAL CARBONÍFERO

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO					
ANTIOQUIA	Amagá	Angelópolis	Caldas	Fredonia	Jericó	Titiribí
	Toledo	Venecia				
BOYACÁ	Aquitania	Betéitiva	Boavita	Boyacá	Buenavista	Caldas
	Chinavita	Chita	Chinavita	Cómbita	Corrales	Cucaita
	Cúitva	Duitama	El Espino	Gámeza	Iza	Jenesano
	Jericó	La Uvita	Mongua	Monguí	Motavita	Nobsa
	Paipa	Panqueba	Paz de Río	Pesca	Ráquira	San Pablo de Borbur
	Sátiva Norte	Sátiva Sur	Socha	Socotá	Sogamoso	Susacón
	Tasco	Tópaga	Tibaná	Tota	Tunja	Turmequé
	Tuta	Úmbita	Ventaquemada			
CALDAS	Riosucio					
CASANARE	Recetor					
CAUCA	Buenos Aires	El Tambo	Morales	Patía	Suárez	
CESAR	Agustín Codazzi	Becerril	Chiriguaná	La Jagua de Ibirico	El Paso	Tamalameque
CÓRDOBA	Puerto Libertador	Montelíbano				
CUNDINAMARCA	Caparrapí	Cogua	Cucunubá	Guachetá	Guatavita	Jerusalén
	Lenguazaque	Machetá	Nemocón	Nilo	Pacho	Subachoque
	Suesca	Sutatausa	Tabio	Tausa	Tocancipá	Ubaté
	Ubaque	Villapinzón	Zipaquirá			
LA GUAJIRA	Albania	Barrancas	Hatonuevo	Maicao	Uribia	
META	Puerto López					
NORTE DE SANTANDER	Arboledas	Bochalema	Cácota	Chinácota	Chitagá	Cúcuta
	Durania	El Carmen	El Zulia	Herrán	Labateca	Los Patios
	Mutiscua	Pamplona	Pamplonita	San Cayetano	Santiago	Salazar de las Palmas
	Sardinata	Tibú	Toledo	Villa del Rosario		
SANTANDER	Capitanejo	Cerrito	Landázuri	El Carmen de Chucurí	El Playón	San José de Miranda
	San Miguel					
VALLE DEL CAUCA	Cali	Jamundí	Yumbo			

3.1.3 Minería del Carbón por Regiones

Costa Atlántica

Esta región, conformada por los departamentos de La Guajira, Cesar y Córdoba, registra las mayores reservas de carbón térmico del país, cuya exportación se facilita por encontrarse en zona costera. Los carbones de esta región son bituminosos altos en volátiles, de buena calidad desde

el punto de vista de su poder calorífico estimado en 27.02 MJ/kg (11.600 BTU/lb) en promedio, con bajos contenidos de humedad, cenizas y azufre, que los hacen competitivos en el mercado internacional para ser utilizados en la industria y en la generación de calor, vapor y electricidad.

La minería de esta zona es bastante tecnificada y su explotación en la mayoría de los casos es a cielo abierto, aunque en el departamento del Cesar se han realizado algunas explotaciones por métodos subterráneos.

Departamento de La Guajira

En este departamento, localizado en el extremo septentrional de Colombia, se localiza el yacimiento de El Cerrejón hacia el sector centro-sur, en la cuenca de los ríos Cesar y Ranchería, que para efectos de explotación ha sido dividido en tres sectores:

El Cerrejón Norte: Yacimiento que tiene un área de 380 km² (38.000 ha) y reservas medidas a 2011 de 2.821,38 Mt. La infraestructura de este sector cuenta con una línea férrea de 194 km entre la mina y Puerto Bolívar, puerto de exportación que posee dos muelles aptos para recibir barcos con capacidades entre 35.000 y 150.000 t.

El Cerrejón Central: Este sector tiene un área de 100 km² (10.000 ha) y sus reservas medidas son de 632,62 Mt.

El Cerrejón Sur: Este sector corresponde a una continuación de la formación de El Cerrejón; en la actualidad se han determinado reservas carboníferas por 240,60 Mt.

TABLA 10. RECURSOS MÁS RESERVAS DE CARBÓN EN LA GUAJIRA (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos ⁸	Potencial	Tipo
		Medidos ⁵	Indicados ⁶	Inferidos ⁷			
La Guajira	Cerrejón Norte	2.821,38				2.821,38	T
	Cerrejón Central	632,62				632,62	T
	Cerrejón Sur	240,60	448,86	127,50	27,16	844,12	T
	Totales	3.694,61	448,86	127,50	27,16	4.298,13	T

Fuente: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamento del Cesar

El área carbonífera de esta región se encuentra ubicada en el centro del departamento a 100 km de la ciudad de Valledupar, con reservas medidas a 2011 de 1.770,93 Mt, distribuidas en dos zonas: La Loma, con reservas medidas de 1.523,80 Mt, subdividida así:

- La Loma-Boquerón-El Descanso: En los municipios de Chiriguaná, El Paso y La Jagua de Ibirico. Se encuentra en explotación y se estima que las reservas explotables son de 515,01 Mt. La infraestructura cuenta con transporte ferroviario y un puerto de embarque en Ciénaga (Magdalena).
- La Loma-Calenturitas: Ubicado a 15 km al noreste del municipio de La Loma, se han determinado reservas medidas de 70,27

Mt. La infraestructura de la región cuenta con transporte ferroviario y un puerto de embarque ubicado en Santa Marta.

- El Hatillo: Conformado por La Siminera (Colombia National Resources), ubicada al norte de la cadena montañosa de La

5 En este tipo de reservas los puntos de información distan entre 500 y 1.500 m el uno del otro; esto equivale a un área comprendida entre 250 y 750 m contados a partir de un punto de información.

6 Para determinar este tipo de reservas, los puntos de información distan hasta 500 m el uno del otro; esto equivale a un área de influencia de hasta 250 m contados a partir de un punto de información.

7 En este tipo de reservas los puntos de información distan entre 1.500 y 4.500 m el uno del otro; esto equivale a un área comprendida entre 750 y 2.250 m contados a partir de un punto de información.

8 En este tipo de reservas los puntos de información son distantes más de 4.500 m.

Loma, con reservas medidas de 140,10 Mt, y El Hatillo, con reservas medidas de 47,26 Mt.

- d. La Jagua de Ibirico, donde las reservas medidas ascienden a 235,99 Mt y se estima que de estas reservas 174,69 Mt son explotables

Departamento de Córdoba

El área carbonífera de Córdoba corresponde a la zona de San Jorge, ubicada entre los municipios Ciénaga de Oro y Cerrito. En esta región sobresalen tres bloques carboníferos con reservas medidas a 2011 de 378,17 Mt: Las Palmeras, La Escondía y La Guacamaya.

TABLA 11. RECURSOS MÁS RESERVAS DE CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DE CESAR

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos	Hipotéticos		
Cesar	La Loma	1.534,94	1.563,98	1.963,18	993,5	6.055,60	T
	La Jagua de Ibirico	235,99				235,99	T
	Totales	1.770,93	1.563,98	1.963,18	993,5	6.291,59	T

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

TABLA 12. RECURSOS MÁS RESERVAS DE CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos	Hipotéticos		
Córdoba - Norte de Antioquia	Alto San Jorge	378,17	341,00			719,17	T
	Totales	378,17	341,00			719,17	T

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Interior del país

Las reservas medidas de carbón en el interior del país a 2011 son de 663,85 Mt y se encuentran principalmente en siete departamentos: Antioquia, Valle del Cauca, Cauca, Boyacá, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander.

Los carbones de Norte de Santander bituminosos y antracíticos se caracterizan por tener altos volátiles, comúnmente aglomerantes, de buena calidad para uso térmico y metalúrgico. Las zonas de Cundinamarca y Boyacá tienen carbones bituminosos y antracíticos en menor medida; los primeros tienen porcentajes variados de volátiles y son de excelente calidad para uso térmico y metalúrgico.

El tipo de minería que se desarrolla en esta región es poco tecnificada o de subsistencia. A continuación se describen las principales áreas mineras ubicadas en esta zona.

Departamento de Antioquia

Las áreas carboníferas de este departamento se localizan en los municipios de Amagá, Angelópolis, Venecia, Fredonia y Titiribí. El carbón de esta zona es de tipo térmico.

El área de Venecia-Fredonia, con 70 km², tiene reservas medidas de 8,61 Mt; el área Amagá-Angelópolis se encuentra en el suroeste del departamento, con una superficie de 26 km², cuenta con reservas medidas de 9,89 Mt; mientras que el área de Venecia-Bolombolo,

ubicada en la misma región, cuenta con reservas medidas de 57,84 Mt; y el área de Titiribí, con una superficie de 100 km², presenta unas reservas de 10,68 Mt. Gran parte de la minería en Antioquia es de subsistencia.

TABLA 13. RECURSOS MÁS RESERVAS BÁSICAS DE CARBÓN EN ANTIOQUIA (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Antioquia -Antiguo Caldas	Venecia-Fredonia	8,61	40,14	16,87		65,62	T
	Amagá-Angelópolis	9,89	63,64	92,33	25,38	191,24	T
	Venecia-Bolombolo	57,84	84,80	18,75		161,39	T
	Titiribí	10,68	37,25	4,45	1,07	53,45	T
	Totales	87,02	225,83	132,40	26,45	471,70	

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamento de Boyacá

El área carbonífera en Boyacá va desde el municipio de Jericó, en el norte, hasta los límites con el departamento de Cundinamarca. La principal área minera se encuentra entre los municipios de Sogamoso y Jericó, la cual cuenta con carbones tipo bituminosos y reservas

medidas de 92,69 Mt. Otras áreas de importancia son: Tunja-Paipa-Duitama, con 21,52 Mt; Suesca-Albarracín, con 7,69 Mt; y Checua-Lenguazaque, con 32,01 Mt, compartida con Cundinamarca. La minería de esta región está pasando de ser poco tecnificada y de subsistencia a una minería más técnica y sostenible.

TABLA 14. RECURSOS MÁS RESERVAS DE CARBÓN EN BOYACÁ (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Boyacá	Checua-Lenguazaque	32,01	129,87	115,84		277,72	M,T
	Suesca-Albarracín	7,69	43,29	106,26		157,24	T
	Tunja-Paipa-Duitama	21,52	97,21	171,41		290,14	T, M
	Sogamoso-Jericó	92,69	412,25	473,71		978,65	M,T
	Totales	153,92	682,62	867,22		1.703,76	

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamento de Cundinamarca

Esta área se encuentra ubicada en el centro del país. La formación carbonífera en la región va desde el municipio de Zipaquirá hasta los límites con el departamento de Boyacá. El carbón es del tipo bituminoso y cuenta con las siguientes zonas mineras: Jerusalén-Guataquí, con

1,79 Mt; Guaduas-Caparrapí, con 6,57 Mt; San Francisco-Subachoque-La Pradera, con 11,33 Mt; Tabio-Río Frío-Carmen de Carupa, con 19,43 Mt; Zipaquirá-Neusa, con 0,87 Mt; Guatavita-Sesquilé-Chocontá, con 21,86 Mt; Suesca-Albarracín, con 32,59 Mt; y Checua-Lenguazaque, con 127,38 Mt. En total se calculan unas reser-

vas medidas de 221,81 Mt. La minería de esta región, al igual que la de Boyacá, está pasando

de ser poco tecnificada y de subsistencia a una minería más técnica y sostenible.

TABLA 15. RECURSOS MÁS RESERVAS BÁSICAS DE CARBÓN EN CUNDINAMARCA (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Cundinamarca	Jerusalén-Guataquí	1,79	5,73	5,28	3,23	16,03	T
	Guaduas-Caparrapí	6,57	32,68	21,36	0,91	61,52	M
	San Francisco- Subachoque-La Pradera	11,33	48,20	60,89	6,46	126,88	M, T
	Guatavita-Sesquilé- Chocontá	21,86	64,31	106,88	10,14	203,19	M, T
	Tabio-Río Frío-Carmen de Carupa	19,43	55,82	54,84	24,78	154,87	M, T
	Checua-Lenguazaque	127,38	345,44	210,66	16,25	699,73	M, T
	Suesca-Albarracín	32,59	87,71	68,90		189,20	T
	Zipaquirá-Neusa	0,87	4,96	10,41		16,24	M, T, E
	Totales	221,81	644,85	539,22	61,77	1.467,65	

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamento de Norte de Santander

El departamento de Norte de Santander está localizado en los límites con Venezuela; sus principales zonas mineras están en Catatumbo, con 43,63 Mt; Zulia-Chinácota, con 34,01 Mt; y Tasajero, con 11,46 Mt. Otras zonas carboníferas con menor grado de potencial son Pamplona-Pamplonita, Salazar, Herrán-Toledo, Mutiscua-Cácota y Chita-

gá. Posee reservas medidas de 105,34 Mt y se caracteriza por predominar la minería con problemas de manejo de gases y que se encuentra en implementación de mejores sistemas de explotación. Además, debido a su ubicación geográfica, gran parte de la producción se destina a la exportación a través del puerto de Maracaibo, en Venezuela.

TABLA 16. RECURSOS MÁS RESERVAS BÁSICAS DE CARBÓN EN NORTE DE SANTANDER (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Norte de Santander	Chitagá	0,65	1,98	7,40		10,03	A, M
	Mutiscua-Cácota	1,51	0,66	0,16		2,33	T, M
	Pamplona-Pamplonita	2,63	6,25	4,83		13,71	T, M
	Herrán-Toledo	4,43	14,63	9,17		28,23	T, M
	Salazar	7,00	15,50	5,80		28,30	T, M
	Tasajero	11,46	29,51	50,23		91,20	T, M
	Zulia-Chinácota	34,01	124,15	103,20		261,36	M
	Catatumbo	43,63	121,66	179,98		345,27	T
	Totales	105,34	314,34	360,77		780,45	

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamento de Santander

La principal zona carbonífera en este departamento se encuentra en el municipio de San Vicente de Chucurí, conocida como el área de San Luis, la cual dispone de reservas medidas

de 55,17 Mt. La actividad minera en esta área es incipiente, con una gran expectativa en los proyectos que se han iniciado, especialmente por la empresa CENTROMIN, S.A.

TABLA 17. RECURSOS MÁS RESERVAS BÁSICAS DE CARBÓN EN SANTANDER (Mt)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Santander	San Luis	55,17	108,64	123,44		287,25	M, T
	Capitanejo-San Miguel		18,00	1,43		19,43	A, T
	Miranda		5,49			5,49	A, T
	Molagavita		7,95			7,95	A, T
	Páramo del Almorzadero		118,24	24,37		142,61	A, T
	Totales		55,17	258,32	149,24		462,73

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

Departamentos del Valle del Cauca y del Cauca

La región carbonífera del Valle del Cauca, caracterizada por carbones con alto contenido de ceniza y azufre, va desde el municipio de Yumbo hasta el río Timba en los límites con el departamento del Cauca. Aquí la principal área minera se ubica en Yumbo-Asnazú, para la cual se han estimado reservas medidas de 29,77 Mt.

La prolongación de la cuenca carbonífera del Valle del Cauca que se encuentra en el Cauca considera dos áreas de importancia en esta zona: Suárez-El Tambo y Tambo-Patía, también conocida como “El Hoyo de Mosquera”, se encuentra aún en exploración y se consideran para esta zona reservas medidas de 6,38 Mt. Para estos dos departamentos se contabilizan reservas medidas por 40,52 Mt.

TABLA 18. RECURSOS MÁS RESERVAS BÁSICAS DE CARBÓN EN EL VALLE DEL CAUCA Y EN EL CAUCA (MT)

Zona	Área	Recursos más reservas básicas			Recursos Hipotéticos	Potencial	Tipo
		Medidos	Indicados	Inferidos			
Valle del Cauca-Cauca	Yumbo-Asnazú	29,77	56,42	47,49	10,98	144,66	T, M
	Río Dinde-Quebrada Honda	4,37	16,66	19,69		40,72	T
	Mosquera-El Hoyo	6,38	19,06	30,72		56,16	T
	Totales		40,52	92,14	97,90	10,98	241,54

FUENTE: INGEOMINAS (2004), actualización UPME (2011)

3.2 Explotación y Producción

Después de la etapa de exploración con resultados económicamente factibles, se da comienzo

a la etapa de explotación, que a su vez se subdivide en desarrollo-montaje (vías de acceso,

obras de infraestructura, servicios a la mina), preparación (delimitación de áreas dentro del yacimiento, bancos, niveles, subniveles, tambores, entre otros) y finaliza con el arranque, extracción o producción en mina, por diferentes métodos y sistemas de explotación.

El sistema de explotación está determinado por las condiciones geológicas y características estructurales del yacimiento (tamaño,

calidad, continuidad, geometría, inclinación, ubicación, profundidad, competencia del mineral y las rocas adyacentes), por el valor del recurso y las restricciones ambientales y legales prevalecientes en el momento del desarrollo del proyecto. El tipo de explotación se realiza de acuerdo a las condiciones geológicas del yacimiento, para lo cual se selecciona el sistema más adecuado según las condiciones del yacimiento carbonífero.

FIGURA 35. ESQUEMAS DE EXPLOTACIÓN



Fuente: INGEOMINAS - mina VALE

FIGURA 36 A



a) Minería subterránea
Fuente: Ing. Paulino Ávila Coy

FIGURA 36 B



B) Minería a cielo abierto
Fuente: INGEOMINAS

En la costa atlántica predomina la minería a cielo abierto tecnificada y a gran escala, mientras que en el interior del país prevalecen las explotaciones poco tecnificadas y bajo tierra. Entre las características más relevantes de cada tipo de minería se tienen:

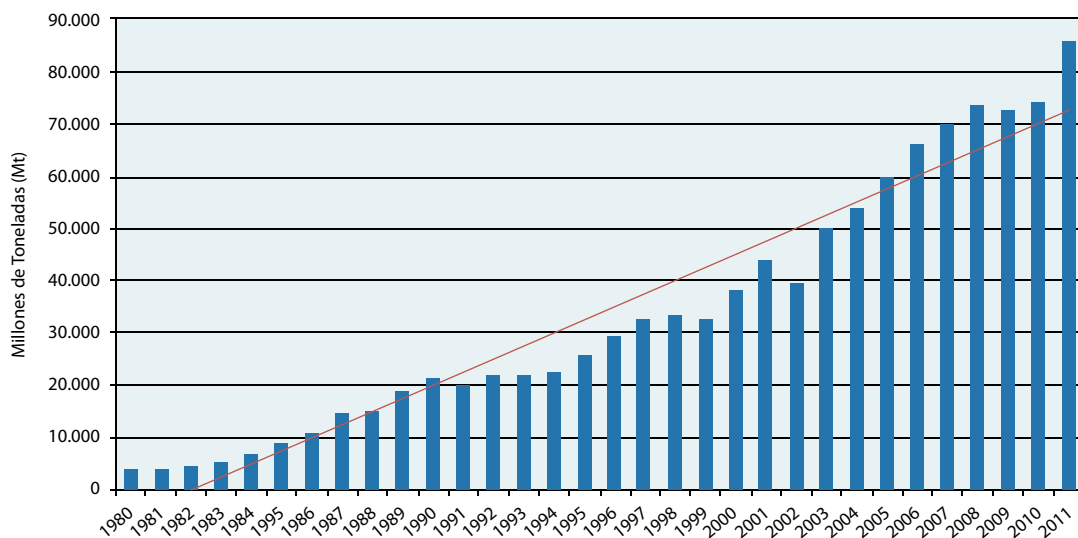
- Minería tecnificada o a gran escala: Presenta altos niveles de inversión que garantizan infraestructura tecnológica adecuada para desarrollar eficientemente las labores de exploración, explotación, transporte y embarque, además de las actividades de control y monitoreo; como ejemplo de estos se tienen los proyectos de El Cerrejón en La Guajira y La Loma, El Descanso y Calenturitas en el Cesar.
- Minería medianamente tecnificada: Aunque existe tecnología y conocimiento sobre la exploración y la explotación del material y hay cierto grado de control ambiental, las inversiones son menores que en la minería tecnificada.
- Minería a pequeña escala y de subsistencia: Actividad extractiva desarrollada de

manera artesanal, con arranque manual del material y sin tecnología. Por lo general, está asociada con inseguridad, contaminación, deterioro, erosión y desestabilización del terreno, debido a la ausencia de diseños de explotación minera.

Producción

Como se muestra en la Figura 37, la producción de carbón en los últimos treinta años ha tenido un crecimiento constante, en especial a partir del año 2000. Hasta la década de los ochenta, cuando iniciaron las exportaciones desde Cerrejón Zona Norte, el mayor porcentaje de la producción nacional provenía del interior del país. Los proyectos de la costa atlántica desde el 2004 representan cerca del 90% del total de la producción y el interior muestra tendencia a la reducción en esta participación desde 1980, cuando era el 100%, con una producción de 3,9 Mt; esta producción se ha incrementado a 8,45 Mt en el 2011, a pesar de perder participación.

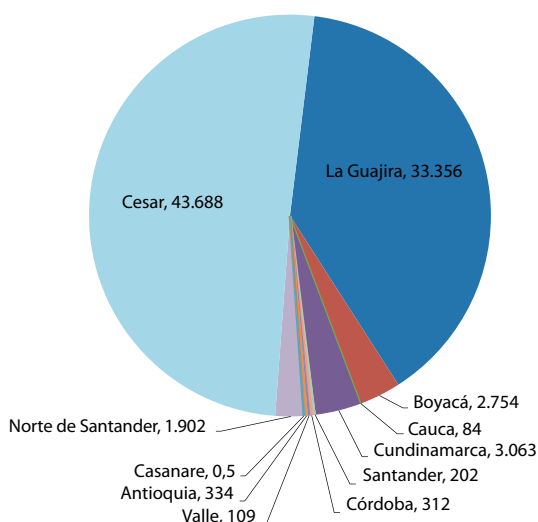
FIGURA 37. PRODUCCIÓN COLOMBIANA DE CARBÓN ENTRE 1980 Y 2011



Fuente: UPME – SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

En el 2011, se alcanzó la mayor producción histórica, 85,80 Mt: 81,38 Mt corresponden a carbón térmico, es decir, el 94,85%, y el restante a carbón metalúrgico y antracitas. De esta producción se tiene un repunte del departamento del Cesar, que ha pasado a ser el mayor productor, con 43,69 Mt, seguido de La Guajira, con 33,36 Mt. Este volumen fue resultado de la evolución de los proyectos de exportación ubicados en la costa atlántica y de la evolución de los precios mundiales, mientras se experimentó un incremento del 15,40% para el año 2011, al pasar de 74,35 Mt del 2010 a 85,80 Mt.

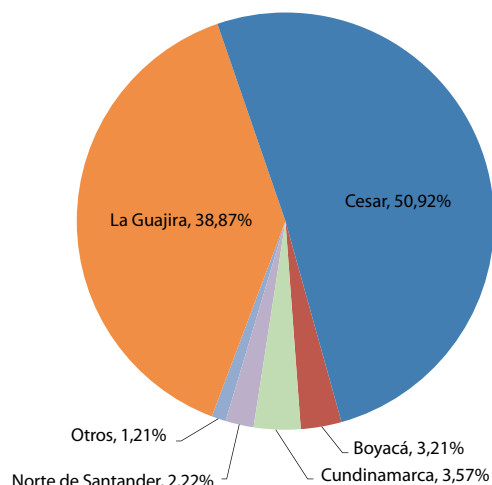
FIGURA 38. PRODUCCIÓN COLOMBIANA DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO 2011 (Kt)



Fuente: UPME-SIMCO; Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

De acuerdo con los niveles de producción de carbón registrados durante el 2011, los departamentos que concentraron la mayor parte fueron Cesar (50,92%) y La Guajira (38,87%), mientras que el restante 10,21% se distribuyó en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Antioquia, Córdoba, Santander, Casanare y Cauca.

FIGURA 39. PARTICIÓN POR DEPARTAMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN 2011



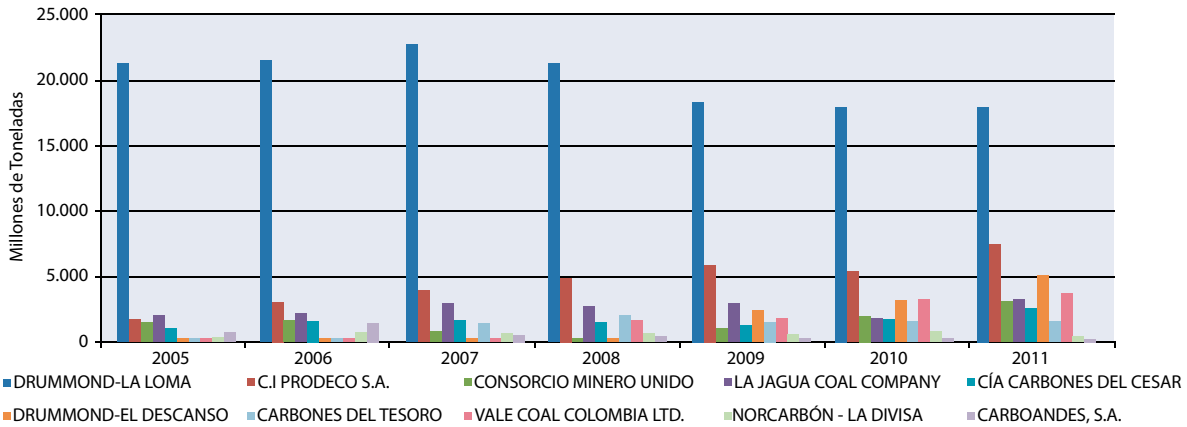
Fuente: UPME – SIMCO; Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

El 89% del volumen total producido en el 2011 fue aportado por los grandes proyectos de la costa atlántica, que cuentan con la participación de importantes operadores internacionales.

Entre los proyectos con vocación exportadora neta, por su ubicación y propiedades del carbón, que lo hacen apetecible en el mercado externo, se encuentran: La Loma, Calenturitas, El Descanso, La Jagua y El Tesoro, en el departamento del Cesar.

Durante el período 2005 a 2011 se observa la entrada de nuevos proyectos como son El Descanso, El Tesoro y Hatillo; también se tiene la disminución de la producción del proyecto de La Loma de Drummond Ltd. de 21,46 Mt a 18,12 Mt, mientras que hay un incremento de la producción de Calenturitas de Prodeco, S.A., de 1,5 Mt a 7,4 Mt y de La Francia de Carbones del Cesar de 0,7 Mt a 2,4 Mt.

FIGURA 40. PRODUCCIÓN POR PROYECTOS DEPARTAMENTO DEL CESAR

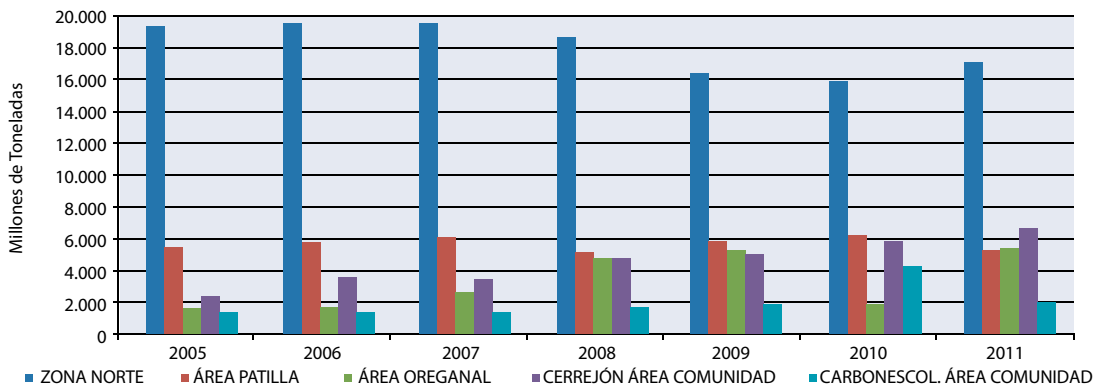


Fuente: UPME-SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

En el departamento de La Guajira, los grandes proyectos productores son: Cerrejón Norte, Pati-lla, Oreganal y el área de La Comunidad, donde se puede observar la disminución del proyecto de Cerrejón Zona Norte del año 2005 al 2011,

de 18,78 Mt a 16,50 Mt, mientras que proyectos como el de Cerrejón Área Comunidad aumentó su producción de 1,78 Mt a 6,0 Mt. Otro proyecto que viene en crecimiento es el área de Oreganal, que pasó de 1,00 Mt a 4,80 Mt.

FIGURA 41. PRODUCCIÓN POR PROYECTOS. DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA



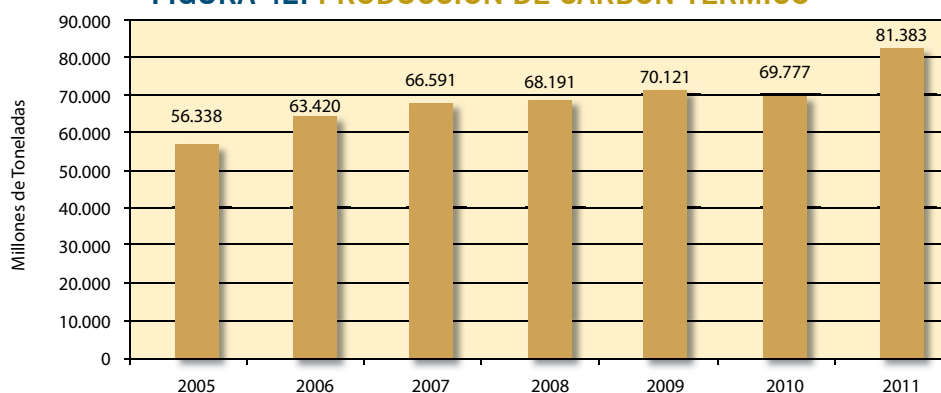
Fuente: UPME-SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

Por su parte, la participación del carbón producido en el interior del país aportó cerca de 8,45 Mt, que representan el 10,21% del total nacional, que en su mayoría corresponde a carbón metalúrgico y térmico que destina a satisfacer el mercado interno. El carbón metalúrgico se emplea en gran parte para la producción de coque y para exportación directa; la restante producción es de antracita, cuyo

consumo nacional es reducido y gran parte se exporta.

La producción de carbón térmico durante el año 2011 fue de 81,38 Mt, la cual tiene un crecimiento de 44,45% respecto al año 2005, cuando la producción fue de 56,34 Mt. La producción promedio de 2005 a 2011 fue 67,97 Mt; la máxima producción corresponde a la del año 2011.

FIGURA 42. PRODUCCIÓN DE CARBÓN TÉRMICO

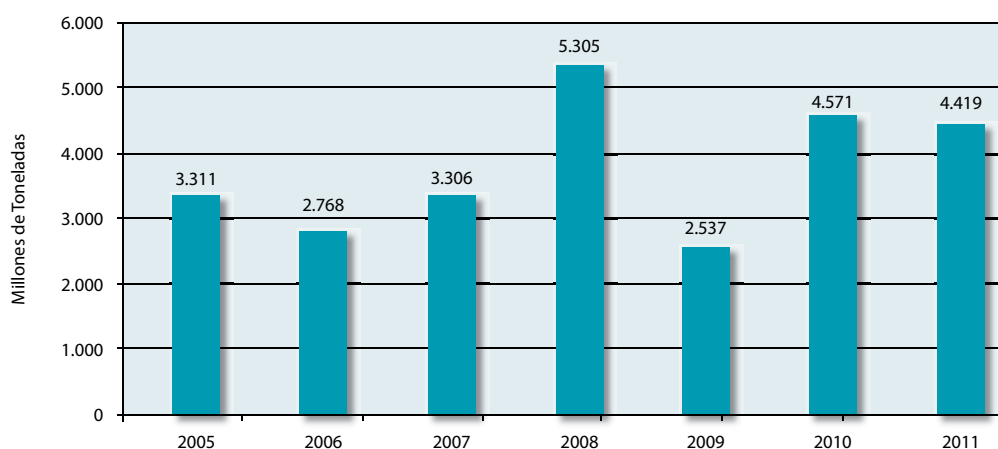


Fuente: UPME-SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011.

El carbón metalúrgico es producido principalmente en la región cundiboyacense y en el departamento de Norte de Santander. Durante el 2011 se extrajeron 4,42 Mt, de los cuales 1,46 Mt, es decir el 33,06%, se exportó, mientras que 2,96 Mt, que corresponden al 58,14%, se emplearon para la producción de coque de ex-

portación y el 8,80% restante se destinó al consumo interno. Se tiene una producción promedio de 3,75 Mt para el período 2005 a 2011, con un incremento del 33,44%, al pasar de 3,31 Mt a 4,41 Mt. La máxima producción es de 5,31 Mt en el 2008, debido a los precios y demanda internacional para ese año.

FIGURA 43. PRODUCCIÓN DE CARBÓN METALÚRGICO O COQUIZABLE

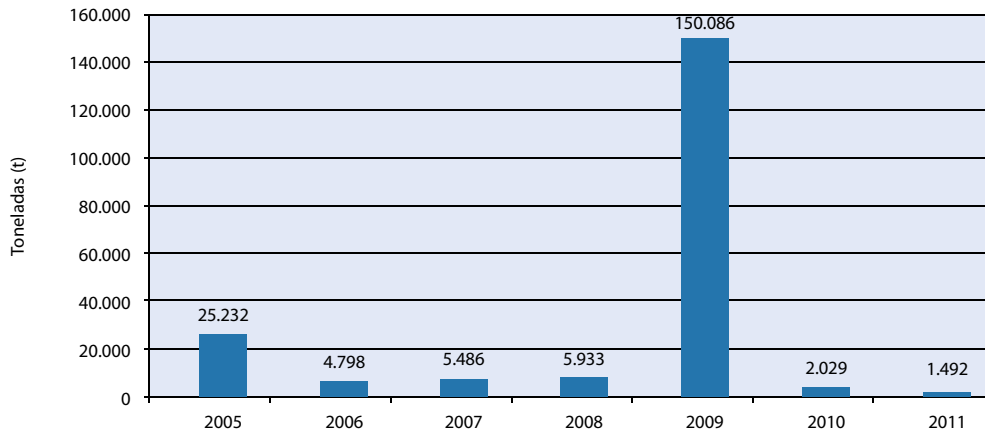


Fuente: UPME-SIMCO, INGEOMINAS 2004 - 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011.

A partir de la información de consumo y exportación se tiene una producción de antracita en 2011 de 1.492 toneladas, provenientes de los municipios de Zipaquirá y Cogua (Cundinamarca), Briceño y Socotá (Boyacá), de las cuales más del 90% se exportó. La producción

promedio es de 27.875 toneladas para el período 2005 a 2011, con un decrecimiento del 94,09%, al pasar de 25.232 a 1.492 toneladas. La máxima producción es de 150.086 toneladas en el año 2009, debido a los precios y demanda internacionales.

FIGURA 44. PRODUCCIÓN DE ANTRACITA



Fuente: UPME (SIMCO)

3.3 Proceso de Beneficio

Es el conjunto de actividades y operaciones necesarias para el mejoramiento de las condiciones físicas del carbón que permitan adecuarlo a determinados usos y facilitar su transporte. Por lo general, incluye las siguientes etapas:

- Separación: División de carbones con cualidades diferentes dispuestos en mantos o vetas contiguas; por lo general, se hace dentro de la mina.
- Selección o clasificación manual: Sustracción manual de rocas adyacentes, intercalaciones al manto o impurezas que puedan acompañar el carbón al ser extraído de la mina.
- Trituración y quebrantamiento: Reducción de las dimensiones de los fragmentos de carbón extraído como parte de una clasificación por tamaño, que además es útil para su transporte o para cumplir con requisitos exigidos en el mercado. En este proceso se utilizan sistemas mecánicos hechos por trituradoras de mandíbula y martillo tales como compresión, rodadura, impacto, fricción, desgaste o rozamiento.
- Tamizado o clasificación por tamaño: Clasificación del material mediante mallas que controlan el paso del material según el tamaño.
- Lavado: Disminución del porcentaje de cenizas e impurezas para minimizar los impactos ambientales negativos asociados con la combustión del carbón. El proceso puede ser en húmedo, según tamaño y forma, o en seco, según las diferencias en densidad y fricción.
- Secado: Disminución de humedad mediante calentamiento mecánico del carbón.
- Mezcla de carbones: Combinación y homogeneización de carbones con diferentes propiedades para que la mezcla cumpla los requisitos del mercado.

FIGURA 45. BENEFICIO



Fuente: INGEOMINAS

3.4 Transformación

Conjunto de operaciones fisicoquímicas o metalúrgicas utilizadas para obtener un producto comercial no identificable con el material en

su estado natural, tal como la destilación de carbón para producir coque, gas, amoníaco y brea, entre otros.

FIGURA 46. COQUIZACIÓN



Fuente: Consorcio Coquizador

3.5 Transporte

El carbón generalmente es transportado desde la mina en volquetas de 10 t, camiones de 20 y 40 t y en otros casos por barcazas, bandas transportadoras, cables aéreos y vías

férreas. Es llevado a los patios de acopio, las plantas de beneficio, consumidores internos y a los puertos de embarque para su posterior exportación.

FIGURA 47. TRANSPORTE INTERNO



Fuente: INGEOMINAS

En la siguiente tabla, se muestran los principales puertos de exportación colombianos.

TABLA 19. PUERTOS Y TERMINALES PARA LA EXPORTACIÓN DEL CARBÓN COLOMBIANO

Puerto - Terminales	Ubicación	
Puerto Bolívar	Bahía Portete (La Guajira)	Costa atlántica
Prodeco	Puerto Zúñiga (Magdalena)	
American Port Company (Terminal Drummond)	Ciénaga (Magdalena)	
Soc. Portuaria Río Córdoba (Terminal de Vale)	Ciénaga (Magdalena)	
Soc. Portuaria Santa Marta (Terminal de Carbosan)	Santa Marta (Magdalena)	
Terminal Colclinker	Bahía de Cartagena (Bolívar)	
Terminal de Cementos de Caribe	Barranquilla (Atlántico)	
Terminal de Cementos de Caribe	Tolú (Sucre)	
Puerto de Buenaventura (Sociedad Portuaria Regional)	Buenaventura (Valle del Cauca)	Costa pacífica
Puerto de Buenaventura - Muelle 13 (Sociedad Grupo Portuario)	Buenaventura (Valle del Cauca)	

TABLA 19. PUERTOS Y TERMINALES PARA LA EXPORTACIÓN DEL CARBÓN COLOMBIANO (continuación)

Puerto - Terminales	Ubicación	
Puerto Santander	Puerto de Santander (Norte de Santander)	Venezuela
Puerto Seco de Cúcuta	Cúcuta (Norte de Santander)	

FUENTE: UPME (2004); MINMINAS Infraestructura de transporte multimodal y de lógicas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos (2011)

Algunos carbones del interior se exportan por el puerto de Buenaventura; los carbones de Norte de Santander salen por Puerto Santander, Cúcuta y Barranquilla.

TABLA 20. COSTOS DE TRANSPORTE DEL CARBÓN COLOMBIANO (US\$/t)

Tramo	Modo	Carretero	Férreo
La Loma-Santa Marta	Férreo		3,90
La Jagua-Santa Marta	Multimodal		11,80
Cerrejón-Puerto Bolívar	Férreo		3,60
Cúcuta-Ureña-La Ceiba	Carretero	31,50	
Cúcuta-Ureña-Maracaibo	Carretero	30,92	
Cúcuta-Ureña	Carretero	8,11	
Cúcuta-P. Santander La Fría-La Ceiba	Carretero	28,50	
Cúcuta-P. Santander La Fría-Maracaibo	Carretero	27,91	
Cúcuta-Santa Marta	Carretero	44,02	
Cúcuta-Barranquilla	Carretero	45,30	
Cúcuta-Cartagena	Carretero	49,12	
Cúcuta-Buenaventura	Carretero	67,05	
Cúcuta-Ipiales	Carretero	87,56	
Cúcuta-Cali	Carretero	66,15	
Duitama-Santa Marta	Carretero	49,02	
Duitama-Barranquilla	Carretero	45,20	
Duitama-Cartagena	Carretero	50,29	
Duitama-Buenaventura	Carretero	48,96	
Duitama-Ipiales	Carretero	75,73	
Duitama-Cali	Carretero	46,69	
El Carmen de Chucurí-Santa Marta	Carretero	42,86	
La Lizama-Santa Marta	Carretero	33,40	
Lenguazaque-Barranquilla	Carretero	48,42	
Lenguazaque-Buenaventura	Carretero	43,31	
Medellín-Santa Marta	Carretero	38,25	
Medellín-Barranquilla	Carretero	37,86	

TABLA 20. COSTOS DE TRANSPORTE DEL CARBÓN COLOMBIANO (US\$/t) (Continuación)

Tramo	Modo	Carretero	Férreo
Medellín-Cartagena	Carretero	37,07	
Medellín-Buenaventura	Carretero	35,67	
Medellín-Ipiales	Carretero	57,14	
Medellín-Cali	Carretero	32,48	
Paz del Río-Barranquilla	Carretero	57,33	
Paz del Río-Buenaventura	Carretero	57,07	
Samacá-Barranquilla	Carretero	53,43	
Sogamoso-Barranquilla	Carretero	54,80	
Sogamoso-Buenaventura	Carretero	56,74	

Fuente: UPME (2011); Empresas Mineras y Tabla de Fletes Min-Transporte

3.6 Comercialización, Distribución y Usos

El carbón térmico que se produce en el interior del país abastece el mercado doméstico, que lo destina a la generación eléctrica, como fuente de energía primaria y secundaria en la industria; mientras que el carbón metalúrgico se emplea para la producción de coque y para

la exportación directa. El consumo interno tuvo un incremento del 78,81% entre 2005 y 2011, pasando de 3.4110 Kt a 6.099 Kt, con el máximo histórico de 6.201,77 Kt en el 2010 y presenta una disminución para el año 2011 como se muestra en la Tabla 21.

TABLA 21. CONSUMO POR SECTORES DE CARBÓN

	Kt						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Energía eléctrica	970,00	1.139,00	1.209,00	1.147,00	1.751,00	1.581,42	829,05
Coque	1.881,20	1.875,66	2.439,71	4.183,18	1.477,74	3.153,93	2.635,51
Residencial	98,00	96,00	96,00	93,00	125,00	79,86	169,24
Alimentos, bebidas, tabaco	184,00	101,00	108,00	115,00	118,00	75,68	160,39
Textil	299,00	164,00	174,00	186,00	191,00	122,73	260,10
Papel e imprenta	416,00	228,00	242,00	259,00	266,00	170,59	361,53
Químicos	139,00	76,00	81,00	87,00	89,00	57,14	121,09
Cemento	833,00	457,00	486,00	518,00	533,00	342,06	724,91
Vidrio y cerámicas	136,00	75,00	80,00	85,00	87,00	55,95	118,58
Siderurgia	902,71	750,22	769,40	686,67	550,85	492,74	708,61
Otros	5,00	2,00	3,00	4,00	5,00	2,84	6,01
Pérdidas	68,00	68,00	78,00	78,00	36,00	37,00	42,90
Inventarios	-2.520,81	-1.091,05	-438,94	-1.700,75	821,64	29,82	-38,47
Total	3.411,10	3.940,83	5.327,17	5.741,10	6.051,24	6.201,77	6.099,46

Fuente: Balance Energético (2010), UPME-SIEL (datos en revisión)

La dinámica del consumo por actividad económica venía siendo estable hasta el año 2005, cuando el carbón con mayor participación era el térmico, con el 78% del total doméstico, especialmente en los subsectores eléctrico y cementero, seguidos por los subsectores de alimentos, ladrillero, textilero y por último el residencial. A partir del 2006 la participación se ha centrado en la producción de coque, la cual ha alcanzado un 43,21% en el 2011 y el 54,83% del nivel nacional, junto a la demanda siderúrgica (ver Figura 48).

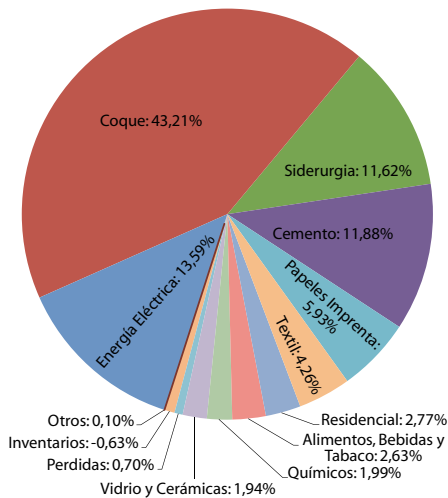
Uso del Carbón para Coque

El coque colombiano se produce en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander, donde hay un continuo crecimiento en la construcción de hornos.

La producción de coque para el año 2011 fue de 1.887,36 Kt, presentando un decrecimiento del 9,43% respecto al 2010. Esta producción presenta un crecimiento promedio anual en el periodo 2005 a 2011 de aproximadamente el 14,88%; la mayor producción es de 2.783 Kt en el año 2008, mientras que la menor es de 1.159 Kt en el año 2009.

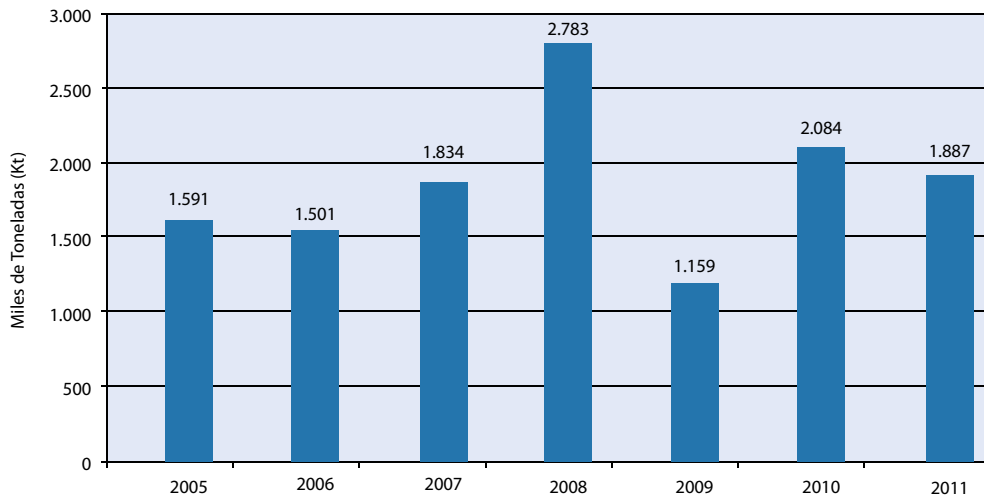
Durante el año 2011, el 19,92% del total producido se consumió internamente para la fabricación de acero y otros usos industriales, mientras que el 80,08% se exportó a través de los puertos de Buenaventura, Santa Marta, Barranquilla y con destino a Venezuela y Ecuador por los puertos secos de Cúcuta e Ipiales.

FIGURA 48. CONSUMO DE CARBÓN POR SECTOR



Fuente: Balance Energético (2010), UPME (SIEL)

FIGURA 49. PRODUCCIÓN DE COQUE



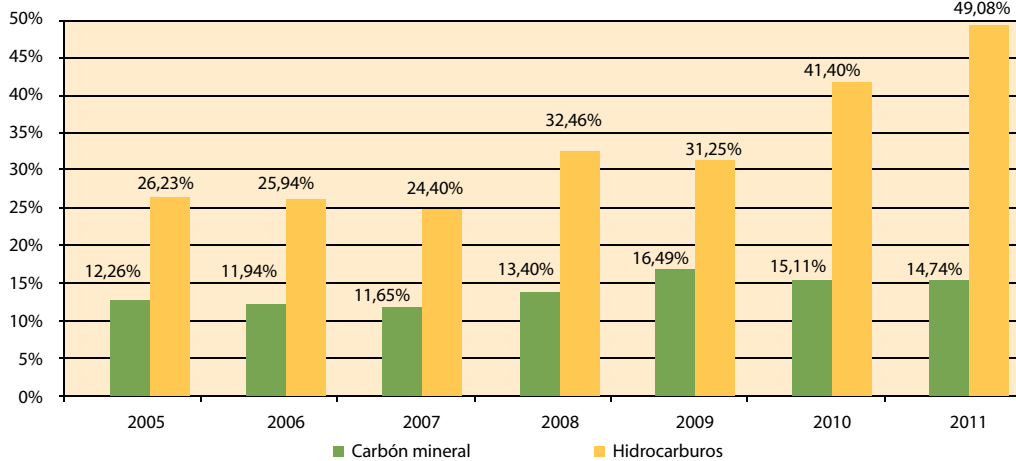
Fuente: UPME-SIMCO (datos en revisión)

3.6.1 Exportaciones Colombianas de Carbón

En el 2011, las exportaciones de carbón llegaron al segundo renglón de las exportaciones colombianas después de los hidrocarburos

(petróleo y derivados), con 14,74% del total nacional, como se ve en la figura, siendo de US\$8.396,87 millones (79,71 Mt).

FIGURA 50. PARTICIPACIÓN EN EL VALOR DE LAS EXPORTACIONES DE COLOMBIA



Fuente: UPME, Banco de la República, DNP-DANE

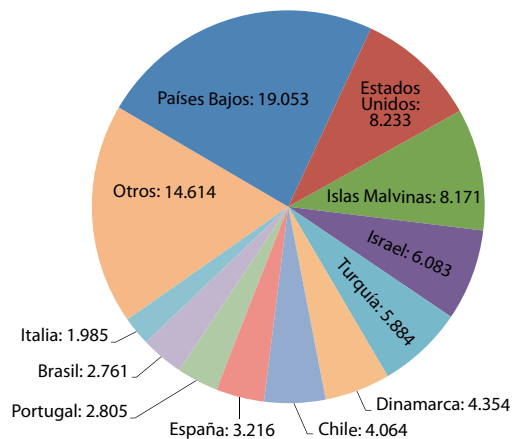
Mientras que las exportaciones de coque y semicoque sumaron US\$540,02 millones (1,51 Mt), se presentó un incremento para el total de carbón del 223,20%, al pasar de US\$2.598 millones en el 2005 a US\$8.396,87 millones en el 2011.

Colombia abastece principalmente a los mercados de Estados Unidos y Europa con el carbón de los grandes proyectos de la costa atlántica, siendo los principales destinos Países Bajos, Estados Unidos, China, Israel, Islas Malvinas, Chile, Francia, España y Taiwán. También se ha venido posicionando en países como República Dominicana, Puerto Rico, Guatemala y Jamaica e incrementado las exportaciones por el litoral pacífico hacia Chile, Perú y Ecuador, como se puede observar en la figura 51.

La oferta exportable de la costa atlántica colombiana en 2011 fue de 76,60 Mt aproxima-

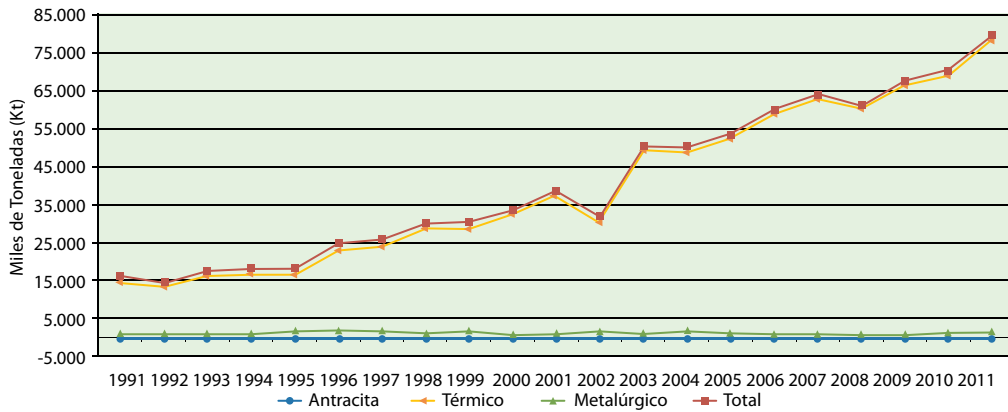
da mente. El carbón se despacha a través de Puerto Bolívar y los puertos de Ciénaga y Santa Marta, tal como se puede ver en la figura 52.

FIGURA 51. EXPORTACIONES DE CARBÓN POR PAÍS DE DESTINO (Kt)



Fuente: datos de comercio exterior DANE

FIGURA 52. EXPORTACIONES COLOMBIANAS POR TIPO DE CARBÓN (1991-2011)



Fuente: UPME - SIMCO, DANE Comercio Exterior

Por su parte, del carbón térmico producido en el interior del país se exportaron cerca de 2,67 Mt, utilizando los puertos de Buenaventura en

el Pacífico, algunos de Santa Marta, Barranquilla y Maracaibo.

FIGURA 53. EMBARQUE Y TRANSPORTE



Fuente: UPME

Se presentan las cifras de las exportaciones de carbón correspondientes al período 2005-2011, las cuales muestran un crecimiento continuo y significativo hasta el año 2011, con una

pequeña disminución para el año 2009. Las cantidades exportadas guardan relación directa con los niveles de producción durante este período.

TABLA 22. EXPORTACIONES DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO (Kt)

DEPARTAMENTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
La Guajira	27.180,03	29.073,49	30.069,45	31.939,86	31.430,93	31.098,25	33.355,61
Cesar	27.472,66	30.735,97	32.896,18	33.354,46	33.397,75	34.427,37	43.232,37
Córdoba	103,15	226,90	62,05	24,56	0,00	0,00	15,00
Antioquia	1,89	0,00	5,46	0,55	0,00	24,53	0,00
Boyacá	68,46	214,42	117,86	397,42	229,76	410,53	719,83
Casanare	0,00	0,00	0,00	0,06	0,26	0,15	0,00
Cundinamarca	327,71	403,85	296,61	503,54	503,86	759,47	917,57
Santander	0,00	82,05	38,00	17,11	9,00	4,86	4,93
Norte de Santander	1.110,67	1.514,34	1.089,42	1.523,30	1.184,63	1.423,21	1.027,65
Valle del Cauca	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
TOTAL	56.264,56	62.251,03	64.575,04	67.760,86	66.756,18	68.148,36	79.272,96

Fuente: UPME-SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías

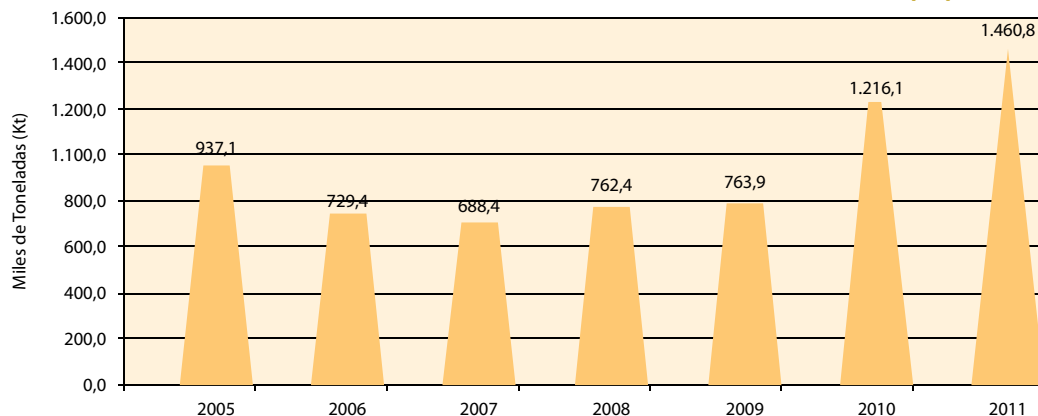
El volumen de las exportaciones en el año 2011 alcanza la máxima cantidad de mineral exportado, 79,27 Mt, para un incremento del 40,89% entre el año 2005 y el 2011.

Se resalta la disminución en el volumen de exportaciones del año 2009, con decrecimiento cercano al 1,48% con respecto al año inmediatamente anterior, reflejado en la disminución de los precios a nivel internacional y una baja de producción de los proyectos Cerrejón área Oreganal y Carbones de La Jagua, en el departamento del Cesar.

Las cantidades exportadas durante los últimos años fueron aportadas por la producción pro-

veniente principalmente de los proyectos de carbón de los departamentos de La Guajira y del Cesar, los cuales han incrementado su participación en la oferta exportable.

Dentro de las actividades de exportación de carbón se incluyen las del tipo metalúrgico. Para su estimación se dispone de información de exportaciones por tipo de carbones. Se consideran las cifras de las partidas arancelarias dado que se agrupan en hullas bituminosas, sin separación específica para este tipo de carbón. Durante el año 2011 se exportaron 1.460.797 toneladas de carbón metalúrgico. Su comportamiento se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 54. EXPORTACIONES DE CARBÓN METALÚRGICO (Kt)

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

Coque

Para el caso del coque, en la Tabla 23 se presentan las cifras históricas de las exportaciones durante el período 1979 - 2011, dado que se dispone de estos registros de exportación.

A pesar de los bajos volúmenes, se destaca el aumento continuo que ha tenido este producto en la oferta exportable, con un incremento importante a partir del año 2005, en el que se supera el millón de toneladas, el cual es significativo en el año 2008, con una exportación de

2,35 Mt y un incremento del 83% con respecto al año 2009 y una caída de 10,83%, al pasar de 1,70 Mt en el 2010 a 1,51 Mt en el 2011.

Para el año 2011, las exportaciones fueron 1,5 Mt, y se estima que para el 2012 van a estar por encima de este volumen, dado el comportamiento y registros de exportación, lo que representa una cifra bastante apreciable y muestra la capacidad exportadora del país, lo que le permite asomarse en el concierto mundial.

TABLA 23. EXPORTACIONES DE COQUE

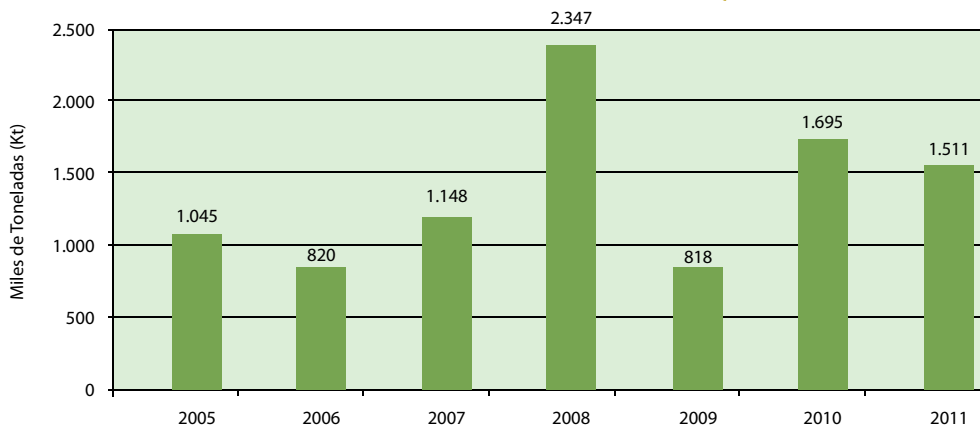
Año	t	Año	t	Año	t	Año	t	Año	t
1979	39.894,5	1986	88.918,4	1993	100.409,8	2000	239.911,1	2006	819.502,3
1980	63.111,1	1987	65.860,6	1994	96.817,1	2001	255.123,7	2007	1.147.776,8
1981	33.704,1	1988	102.460,2	1995	118.641,7	2002	235.733,7	2008	2.346.598,5
1982	24.004,6	1989	102.456,4	1996	135.803,4	2003	417.882,8	2009	817.901,4
1983	16.674,9	1990	119.793,9	1997	101.053,0	2004	790.342,5	2010	1.695.082,4
1984	55.067,6	1991	76.463,0	1998	126.426,2	2005	1.044.805,6	2011	1.511.440,5
1985	34.282,3	1992	179.590,1	1999	128.654,0				

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior

El coque para exportación fue aportado principalmente por la región cundiboyacense, que registra exportaciones del orden de 1,17 Mt, que equivalen al 73% del total exportado, para

lo cual ha utilizado como salida el puerto de Buenaventura y en menor grado los puertos en Santa Marta y Barranquilla, así como los puertos secos de Cúcuta e Ipiales.

FIGURA 55. EXPORTACIONES DE COQUE



Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

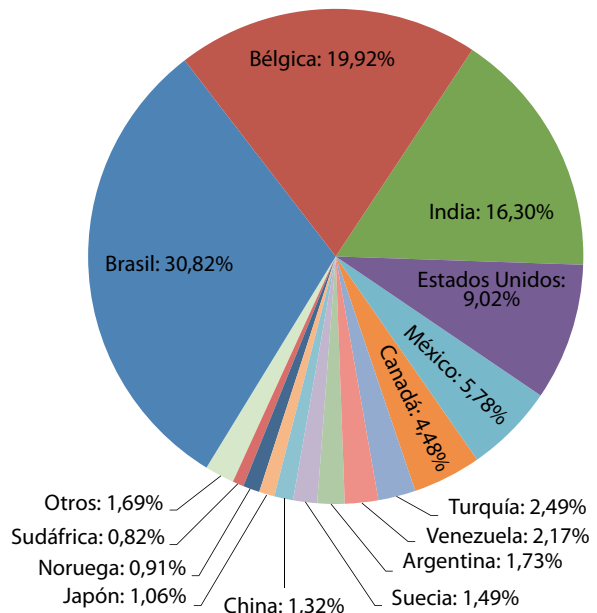
También se registran exportaciones de coque desde Norte de Santander hacia Venezuela, del orden de 32,76 Kt.

Brasil, con una participación del 30,82%, es el principal país importador del coque que se produjo en Colombia durante el 2011, le siguen Bélgica, India, Estados Unidos, México, Canadá, Turquía, Venezuela, Argentina, Suecia, China, Japón, Noruega y Sudáfrica, entre otros, con una participación del 19,92%, 16,30%, 9,02%, 5,78%, 4,48%, 2,49%, 2,17%, 1,73%, 1,49%, 1,32%, 1,06%, 0,91% y 0,82%, respectivamente, como se muestra en la figura 56.

Antracita

En la Tabla 24, se presentan las cifras históricas de exportaciones de antracita para el período 1987-2011, en el que se muestra su evolución a partir de 1999 con un aumento significativo, alcanzando en el año 2009 su máxima cantidad (150,01 Kt), lo cual demuestra la capacidad exportadora de los productores y comercializadores de este mineral y posibilitan la colocación de este mineral en mayores volúmenes a nivel internacional.

FIGURA 56. PARTICIPACIÓN POR PAÍS DE DESTINO EN LAS EXPORTACIONES DE COQUE



Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

TABLA 24. EXPORTACIONES DE ANTRACITA

Año	t	Año	t	Año	t	Año	t	Año	T
1987	573,0	1992	1.888,7	1997	613,3	2002	13.317,8	2007	5.485,8
1988	45.303,0	1993	173,9	1998	1.564,1	2003	25.862,0	2008	5.932,6
1989	1.857,0	1994	371,2	1999	11.573,9	2004	25.911,3	2009	150.086,5
1990	200,0	1995	169,0	2000	17.207,1	2005	25.232,3	2010	2.0289,0
1991	170,8	1996	3.663,8	2001	20.654,8	2006	4.797,9	2011	1.491,6

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

A continuación, se transcribe la información registrada sobre las exportaciones por partida arancelaria para el año 2011.

TABLA 25. EXPORTACIONES DE CARBÓN POR PARTIDA ARANCELARIA

CONSOLIDADO EXPORTACIONES - CARBONES		
PERÍODO 01/01/2011 A 31/12/2011		
Partida Arancelaria	CARBONES	Toneladas
2701110000	Antracita en bruto	1.491,59
2701120010	Carbón en bruto (térmico)	78.198.582,88
2701120090	Metalúrgico	1.460.797,35
2701190000	Otros carbones	51.702,91
2704001000/2000	Coques y semicoques	1.511.468,46
2704003000	Procesado	958,90

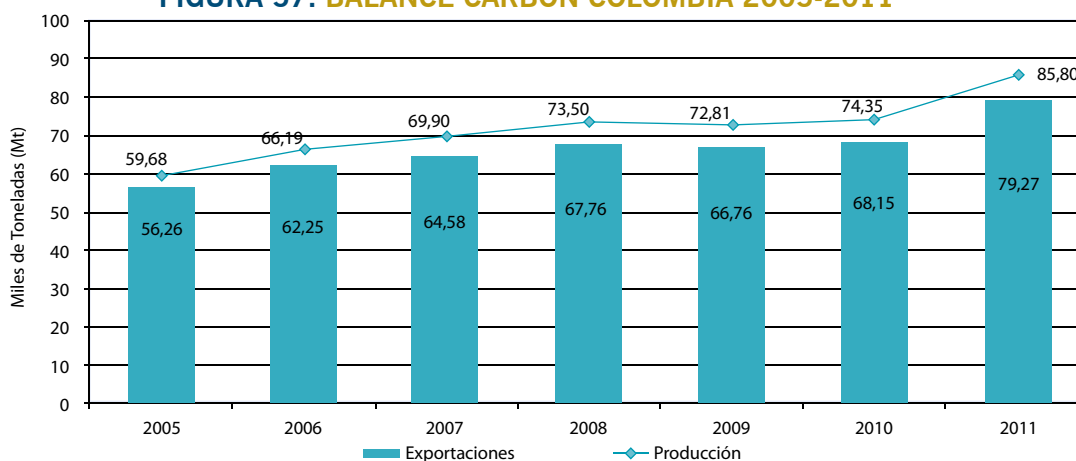
Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

3.6.2 Balance del Carbón Colombiano

Durante el año 2011, la producción de Colombia fue de 85,80 Mt, de los cuales el 92,39% se exportó, es decir, 79,27 Mt,

mientras que el restante 7,61%, que corresponde a 6,53 Mt, se empleó en la industria interna.

FIGURA 57. BALANCE CARBÓN COLOMBIA 2005-2011



Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior

Es de tener en cuenta que del carbón para la industria colombiana, el 56,25%, equivalente a 3,49 Mt, se empleó para la producción de coque y el restante fue para la generación de energía y las demás industrias.

3.7 Precios

Los precios en el mercado interno del carbón térmico durante el 2011 presentaron un com-

portamiento estable, con precio promedio por tonelada reportado por las termoeléctricas de \$111.501/t, equivalente a 60,37 US\$/t; históricamente presenta una tendencia creciente y sostenida, alcanzando el mayor precio en 2008, al llegar a \$114.218 por tonelada; pero decrece un 17,39% en el año 2009, para lograr nuevamente su recuperación en los años 2010 y 2011.

TABLA 26. PRECIOS INTERNOS DE CARBÓN TÉRMICO

Año	\$/t	Año	US\$/t	Año	\$/t	Año	US\$/t	Año	\$/t	Año	US\$/t
1994	24.187	1994	29,26	2000	29.234	2000	14,00	2006	62.000	2006	55,00
1995	24.367	1995	26,70	2001	30.046	2001	13,07	2007	75.233	2007	37,00
1996	24.547	1996	23,69	2002	33.220	2002	13,25	2008	114.218	2008	47,42
1997	28.581	1997	24,76	2003	41.355	2003	14,37	2009	94.359	2009	43,14
1998	27.072	1998	18,89	2004	75.040	2004	28,57	2010	99.639	2010	52,47
1999	39.758	1999	22,61	2005	55.762	2005	20,66	2011	111.510	2011	60,37

Fuente: UPME-SIMCO, comercializadoras y termoeléctricas.

En Cundinamarca y Boyacá se ubicó entre \$82.000 y \$86.000 y en Norte de Santander en \$85.000 por tonelada en el 2010, mientras que para el 2011 fue de \$111.926, \$99.322 y \$113.307, respectivamente.

Los registros históricos muestran que el precio FOB para el carbón térmico tuvo una tendencia

alcista desde el año 2004, al presentarse los fuertes incrementos en el precio del barril de petróleo, que superó los 40 US\$/t y alcanzó los 100US\$/t en el 2008. A partir de entonces inician los incrementos del precio de carbón de 35 US\$/t en el 2004, llegando a un promedio de 77 US\$/t en el 2010 y a 96,77 US\$/t en el 2011, reflejo del crecimiento en la demanda a nivel mundial.

TABLA 27. PRECIOS FOB DE CARBÓN TÉRMICO

Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t
1984	46,94	1990	39,76	1996	34,09	2002	30,66	2007	48,42
1985	38,69	1991	38,10	1997	34,46	2003	27,60	2008	74,28
1986	37,84	1992	37,27	1998	30,90	2004	35,11	2009	76,95
1987	30,22	1993	31,43	1999	27,86	2005	45,16	2010	77,31
1988	29,33	1994	29,57	2000	26,06	2006	46,37	2011	96,77
1989	25,29	1995	32,25	2001	30,68				

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior

La demanda internacional de carbón metalúrgico y de coque, que posibilitó incluso la utilización de carbón térmico y de antracitas en procesos de mezclas, especialmente de carbones bajos en volátiles, generó un incremento en los precios y por ende los precios más altos que debieron pagar para el consumo interno los diferentes subsectores industriales y las carboeléctricas.

Los precios promedio en el mercado interno del carbón coquizable oscilaron entre \$140.000/t

para el alto volátil, \$150.000/t para medio volátil y \$170.000/t para el bajo volátil, durante el año 2010, y de \$207.857/t para el alto volátil, \$247.143/t para medio volátil y \$265.000/t para el bajo volátil, durante el año 2011.

Los precios FOB del carbón metalúrgico tuvieron una dinámica ascendente entre el 2004 y el 2011, presentando su mayor valor en el 2011 (189,59 US\$/t), superando el alcanzado en el 2008 (126,97 US\$/t), como muestra la Tabla 28.

TABLA 28. PRECIOS FOB DE CARBÓN METALÚRGICO

Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t
1984	55,25	1990	40,67	1996	30,50	2002	30,00	2007	68,27
1985	44,78	1991	38,18	1997	30,00	2003	22,54	2008	126,97
1986	35,88	1992	37,66	1998	28,00	2004	33,41	2009	102,37
1987	34,41	1993	34,68	1999	28,19	2005	60,93	2010	125,84
1988	29,29	1994	27,63	2000	23,78	2006	72,97	2011	189,59
1989	71,65	1995	29,35	2001	23,40				

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior

Para el caso del coque, el precio promedio en el mercado interno fue de \$303.000/t y \$423.833/t, equivalentes a 129,56 US\$/t y 229,46 US\$/t para los años 2010 y 2011.

Los precios tuvieron una dinámica ascendente desde el año 2004, alcanzando un máximo de 291,44 US\$/t en el 2010, debido a

la disminución de la oferta mundial exportable que ha venido presentando este sector. Es de tener en cuenta que los precios FOB para el coque durante los años 2000 a 2003 descendieron y se mantuvieron estables en el orden de 74 a 77 US\$/t, para iniciar una escalada alcista, tal como se observa en la Tabla 29.

TABLA 29. PRECIOS FOB DE COQUE

Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t
1984	73,17	1990	64,35	1996	74,08	2002	76,48	2007	133,88
1985	111,29	1991	78,51	1997	78,99	2003	77,36	2008	191,54
1986	99,52	1992	57,38	1998	89,33	2004	111,61	2009	194,37
1987	96,49	1993	69,92	1999	91,66	2005	151,19	2010	291,44
1988	83,74	1994	75,88	2000	79,81	2006	128,83	2011	357,28
1989	92,61	1995	69,62	2001	74,60				

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior.

El precio de la antracita, cuya producción y exportaciones no son tan significativas como las de los demás carbones y el coque, por su calidad y uso, es representativo. Los precios FOB de exportación para el período 1984-2011 se aprecian

de manera general con dos valores extremos, uno mínimo de US\$28,00/t en el año 1989 y el otro máximo de US\$261,72/t en el 2011.

TABLA 30. PRECIOS FOB DE ANTRACITA

Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t	Año	US\$/t
1984	79,50	1990	100,00	1996	79,50	2002	76,12	2007	116,65
1985	36,98	1991	165,55	1997	113,14	2003	78,01	2008	121,50
1986	84,37	1992	107,97	1998	93,33	2004	91,41	2009	108,46
1987	92,90	1993	149,75	1999	94,70	2005	100,30	2010	159,85
1988	32,14	1994	102,75	2000	50,94	2006	107,05	2011	261,72
1989	28,00	1995	117,96	2001	78,93				

Fuente: UPME-SIMCO, DANE Comercio Exterior

4. Perspectivas de la Minería del Carbón

En el presente capítulo se muestran de manera indicativa las proyecciones de las principales variables macroeconómicas, de producción y precios del carbón colombiano.

Es importante hacer salvedad de que al tratarse de proyecciones que incluyen variables tan inciertas como precios, TRM, etc., el nivel de precisión es muy bajo y por lo tanto su uso en ámbitos como proyecciones de presupuestos, ingresos futuros y decisiones de inversión son de exclusiva responsabilidad de los usuarios

4.1 Proyecciones de Producción

Producción de carbón: Partiendo de una producción de 74.350.133,26 toneladas de carbón para el año 2010, el Ministerio de Minas y Energía ha realizado las proyecciones de carbón para el período 2011 a 2014.

Para el año 2011, se tiene en cuenta una regresión lineal simple, con información de la serie de producción trimestral de cada proyecto minero. Luego se toman las producciones estimadas en los PTO para los siguientes años.

También se realiza el análisis con la producción anunciada por las empresas que desarrollan los grandes proyectos de los departamentos de Cesar y La Guajira, con las ampliaciones previstas y un escenario optimista.

Con estos análisis se obtiene un escenario con la producción estimada de 87.739.044 toneladas para el 2011, mientras que es de 92.403.198,82 toneladas con la producción anunciada por las empresas y de 96.000.000 toneladas, para un escenario optimista, tal como se observa en la siguiente tabla. Asimismo, para los años 2012, 2013 y 2014, respectivamente.

TABLA 31. PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN 2011-2014 EN TONELADAS POR PROYECTO Y ESCENARIOS

Departamento	2010	2011			2012		
	Producción	Estimada	Anunciada Empresas	Escenario optimista	Producción PTO	Anunciada Empresas	Escenario optimista
Guajira	31.098.248	33.848.417	35.878.016	35.269.956	34.042.000	38.475.119	35.337.284
Cesar	36.015.531	44.388.575	46.453.375	52.002.772	54.851.000	54.701.000	62.106.285
Resto del País	7.236.354	9.502.051	10.071.808	8.727.273	8.871.642	8.871.642	9.556.431
Total	74.350.133	87.739.044	92.403.199	96.000.000	97.764.642	102.047.761	107.000.000

TABLA 31. PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN 2011-2014 EN TONELADAS POR PROYECTO Y ESCENARIOS

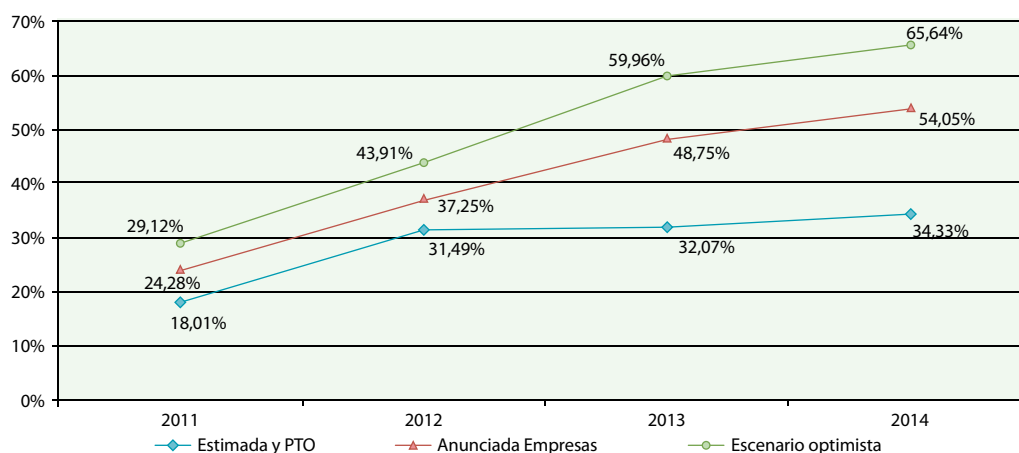
Departamento	2010	2013			2014		
	Producción	PTO	Anunciada Empresas	Escenario optimista	PTO	Anunciada Empresas	Escenario optimista
Guajira	31.098.248	32.140.000	41.765.611	41.086.072	32.046.000	43.443.104	41.863.723
Cesar	36.015.531	56.939.308	59.715.000	67.387.633	58.297.000	61.566.000	70.581.193
Resto del País	7.236.354	9.113.950	9.113.950	10.456.711	9.528.050	9.528.050	10.711.753
Total	74.350.133	98.193.258	110.594.561	118.930.417	99.871.050	114.537.154	123.156.669

Fuente: Ministerio de Minas y Energía

El cálculo para la producción estimada de 2011 se realizó utilizando una regresión lineal simple con información de la serie de producción trimestral de cada proyecto.

Los incrementos de las proyecciones para el 2011 con respecto a la producción del año 2010 son de 18,01%, 24,28% y 29,10%, para cada uno de los escenarios presentados. Para el año 2012, los incrementos en las proyecciones de producción de carbón son de 31,49%, 37,25% y 43,91%, para cada uno de

los escenarios, respectivamente, mientras que para el año 2013 son de 32,07%, 48,75% y 59,96%, respectivamente, y para el 2014, son de 34,33%, 54,05% y 65,64%, respectivamente. Los volúmenes de producción que el país debería tener se presentan de acuerdo al siguiente comportamiento:

FIGURA 58. INCREMENTO EN LAS PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN POR PROYECTO Y ESCENARIOS


Fuente: Ministerio de Minas y Energía, cálculos UPME

Finalmente, para alcanzar la meta propuesta en los escenarios expuestos anteriormente, la producción minera del país debe presen-

tar un incremento promedio al año 2014 de 28,97%, 41,08% y 49,66%, respectivamente, con respecto a lo producido en el 2010.

Para cumplir con estos escenarios se requiere que se mantengan las variables del mercado internacional como son los precios, tasa representativa del mercado, manejo portuario y demanda. Dentro de las variables internas, se deben ejecutar los proyectos de ampliación de las empresas, ampliaciones en la infraestructura portuaria y férrea.

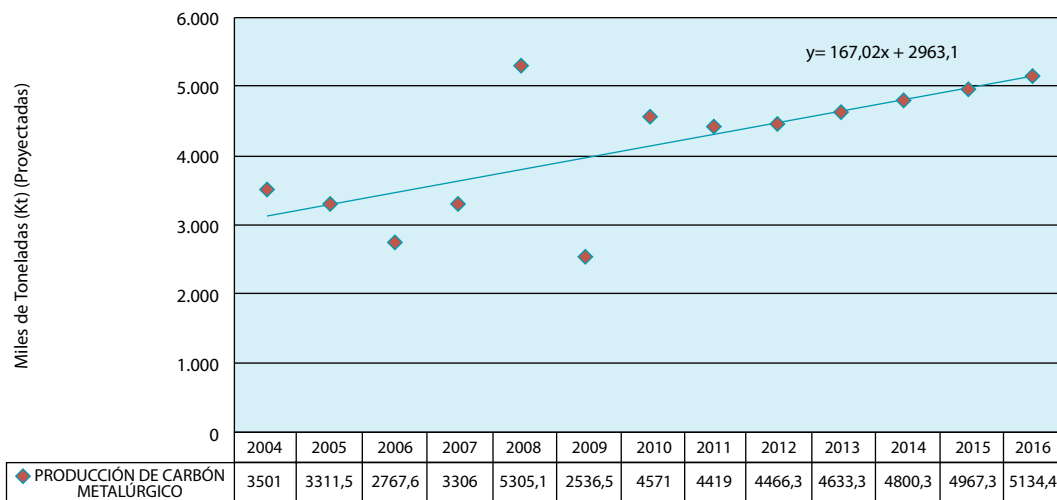
Producción de carbón metalúrgico: El Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y Comercialización realiza las proyecciones de producción de carbón metalúrgico para el período 2012 a 2016 con base en una tendencia lineal, partiendo de datos históricos del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO) y una producción de 4.418.980,13

toneladas en el año 2011. Con base en esto, los volúmenes de producción que el país debería tener se presentan en la Figura 59.

El incremento de la producción con las proyecciones para el 2012, con respecto a la producción del año 2011, es de 1,07%, para el 2013 es 3,74%, para el 2014 de 3,60%, para el 2015 de 3,48% y para el 2016 de 3,36%.

La proyección de la producción de carbón metalúrgico presenta una tendencia de crecimiento mayor a la proyección de la exportación, lo cual muestra que en términos de abastecimiento de carbón no habrá problemas para el sector productor de coque de exportación.

FIGURA 59. PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN METALÚRGICO

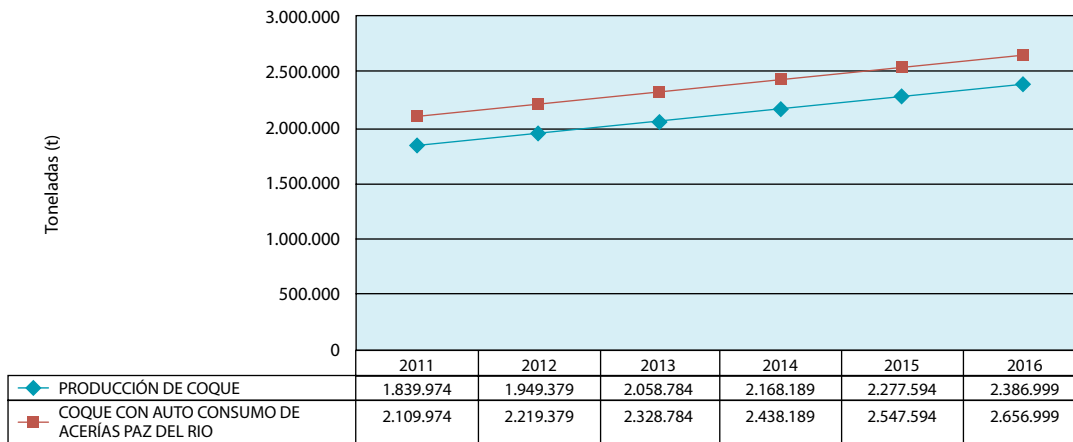


Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

Producción de coque: Las proyecciones de producción de coque se toman del Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y Comercialización, para el período 2011 a 2016, con base en una tendencia lineal, partiendo de datos históricos del Sistema de

Información Minero Colombiano (SIMCO) y una producción de 2.083.816,38 toneladas en el año 2010. El volumen mínimo de producción del país debería tener el siguiente comportamiento:

FIGURA 60. PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE COQUE



Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

Las proyecciones de la producción de carbón y coque se realizan teniendo en cuenta el crecimiento actual, que en gran parte se debe a una recuperación en la producción de acero y a la demanda de energía a nivel mundial, como el ingreso de nuevos proyectos de generación a carbón. También al desarrollo de la industria de varios países como Brasil, India y Chile, con un alto potencial de crecimiento en el consumo de carbón, así como la incursión del carbón colombiano en los mercados de Asia.

4.2 Proyecciones de Precios

Precios de carbón térmico: La proyección de precios FOB de carbón en Colombia corresponde al Estudio de Revisión y Actualización de la Proyección de Precios de Carbón, elaborado por la UPME. En dicho documento los precios corresponden a la estimación de la proyección de precios FOB de carbón promedio para tran-

sacciones internacionales con base en el registro de Comercio Exterior del DANE. La metodología usada fue tomada sobre el costo de oportunidad paridad de exportación.

El estudio presenta tres escenarios (bajo, medio y alto), donde se puede ver la variación de acuerdo a cada nivel, teniendo en cuenta dos proyecciones que parten de una base.

Este precio corresponde a carbón térmico; el precio del carbón metalúrgico responde a unos fundamentos diferentes, no contemplados en este análisis.

Se espera que en el mediano plazo los precios se mantengan altos y pueden oscilar alrededor de 100 US\$/t. La falta de un sustituto de corto plazo para el carbón y lo ocurrido con la planta de Fukushima en Japón van a permitir que el carbón continúe siendo un combustible con alta demanda para la generación de energía.

TABLA 32. PROYECCIONES DE PRECIOS DE CARBÓN TÉRMICO

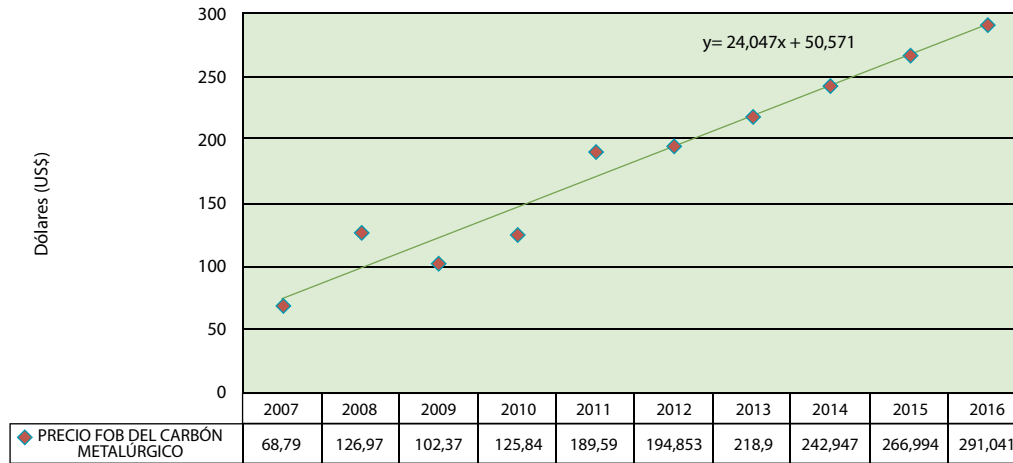
FECHA	BASE			PROYECCIÓN 1			PROYECCIÓN 2		
	ESC BAJ US\$/t	ESC MED US\$/t	ESC ALT US\$/t	ESC BAJ US\$/t	ESC MED US\$/t	ESC ALT US\$/t	ESC BAJ US\$/t	ESC MED US\$/t	ESC ALT US\$/t
01/01/2010	63,51	71,36	79,22	63,51	71,36	79,22	63,51	71,36	79,22
01/02/2010	62,26	70,47	78,68	62,26	70,47	78,68	62,26	70,47	78,68
01/03/2010	62,28	70,50	78,72	62,28	70,50	78,72	62,28	70,50	78,72
01/04/2010	62,94	71,19	79,44	62,94	71,19	79,44	62,94	71,19	79,44
01/05/2010	63,48	71,77	80,07	63,48	71,77	80,07	63,48	71,77	80,07
01/06/2010	64,05	72,40	80,76	62,98	71,25	79,53	62,10	70,37	78,64
01/07/2010	64,23	72,61	80,98	62,82	71,08	79,34	61,69	69,92	78,14
01/08/2010	64,29	72,67	81,06	62,77	71,03	79,28	61,56	69,77	77,98
01/09/2010	64,31	72,70	81,08	62,76	71,01	79,26	61,52	69,72	77,92
01/10/2010	64,32	72,70	81,09	62,75	71,00	79,25	61,51	69,71	77,90
01/11/2010	64,32	72,71	81,09	62,75	71,00	79,25	61,50	69,70	77,90
01/12/2010	64,32	72,71	81,09	62,75	71,00	79,25	61,50	69,70	77,90
2011	64,01	72,37	80,72	61,96	70,18	78,40	61,50	69,70	77,89
2012	63,55	71,86	80,17	61,50	69,70	77,89	61,50	69,70	77,89
2013	63,31	71,60	79,88	61,50	69,70	77,89	59,73	67,97	76,22
2014	63,31	71,60	79,88	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2015	62,68	70,93	79,18	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2016	62,15	70,37	78,58	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2017	62,15	70,37	78,58	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2018	62,15	70,37	78,58	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2019	62,15	70,37	78,58	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78
2020	62,48	70,71	78,94	61,50	69,70	77,89	58,27	66,53	74,78

Fuente: Revisión y actualización de la proyección de precios de carbón UPME-SIMCO

Precios FOB de carbón metalúrgico: Con base en los precios FOB promedio ponderado anual, que se obtienen de las exportaciones y que se consolidan en el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), se tienen las proyecciones realizadas para el período

2012 a 2016, del Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y Comercialización, que permiten ver un aumento constante de este carbón, que alcanza los US\$291,04 para el año 2016, tal como se observa en la Figura 61.

FIGURA 61. PROYECCIONES DE PRECIOS FOB DE CARBÓN METALÚRGICO



Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

Precios FOB del coque: De acuerdo al comportamiento de los precios promedio ponderado FOB de exportación de los últimos años, se tienen las proyecciones realizadas para los próximos cinco años, del Estudio de Producción de

Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y Comercialización, que permiten ver un aumento constante de este producto, que alcanza los US\$575,60 para el año 2016 de mantenerse los precios actuales tal como se observa en la Figura 62.

FIGURA 62. PROYECCIONES DE PRECIOS FOB DE COQUE



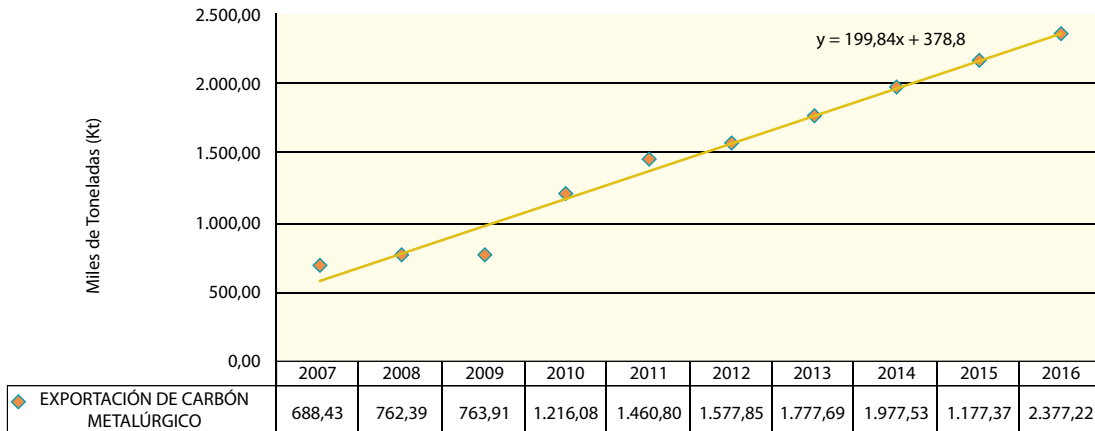
Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

4.3 Proyecciones de Exportaciones

Exportación de carbón metalmúrgico: De acuerdo al Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y Comercialización, se estima que durante el periodo 2012- 2016 continua-

rán registrándose importantes incrementos en las exportaciones de carbón metalmúrgico, proyectando para el 2012 exportaciones por 1,58 Mt y para el 2016 se espera alcanzar una exportación cercana a 2,38 Mt, tal como se ve en la Figura 63.

FIGURA 63. PROYECCIONES DE EXPORTACIONES DE CARBÓN METALÚRGICO

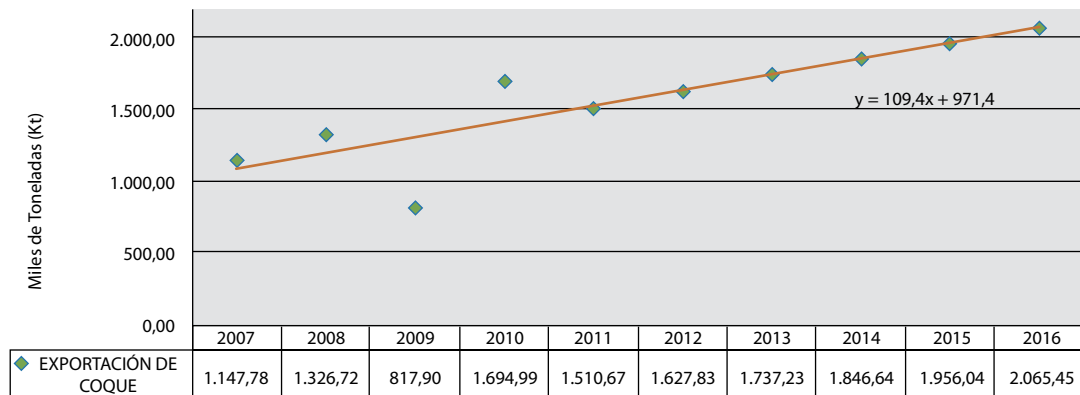


Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

Exportación de coque: La exportación de coque proyectada, de acuerdo al comportamiento de los últimos años, se toma del Estudio de Producción de Coque y Carbón Metalúrgico, Uso y

Comercialización. Se espera alcanzar una exportación cercana a 2,07 Mt en el 2016, tal como se ve en la Figura 64.

FIGURA 64. PROYECCIONES DE EXPORTACIONES DE COQUE



Fuente: Datos UPME-SIMCO, Proyecciones Consorcio Coquizador.

Las empresas productoras y exportadoras de carbón metálgico y coque vienen recibiendo nuevas inversiones, necesarias para la adecuación tecnológica y normalización de operaciones, como se viene observando en los montajes realizados para las nuevas plantas de coquización, con lo cual se tiene capacidad para cumplir con las proyecciones realizadas, siempre y cuando continúen como mínimo las actuales condiciones y los requerimientos del mercado.

El aumento en las exportaciones y por consiguiente del valor de las mismas para el carbón metálgico y coque, en los últimos años ha llevado a ver la importancia que alcanzan estos sectores en la economía nacional y en el PIB como consecuencia de unos mejores precios internacionales y de mayores colocaciones en el mercado internacional.

5. Aspectos Institucionales y Situación Actual

Desde 1968 el Estado ha participado en la política del carbón del país, alcanzando una notable atención desde finales de los años sesenta y comienzos de los setenta con la creación del Estatuto Minero, en el cual se fijaron políticas de exploración y explotación del carbón.

Después de que la Constitución Política de 1991 ratificara la propiedad del Estado sobre el subsuelo y los recursos no renovables, la empresa Carbones de Colombia, S.A. (Carbocol) tenía a su cargo planificar, promocionar y administrar el recurso, que posteriormente se dividió así: la planeación fue asignada a la Unidad de Planeación Minero Energética; la administración fue asignada a la Empresa Colombiana de Carbones (Ecocarbón); la administración del contrato de asociación se adjudicó a Intercor; y la comercialización del carbón proveniente de la explotación de El Cerrejón Zona Norte quedó en cabeza de Carbocol.

Con los procesos de racionalización del gasto público, y a través del Decreto 1679 de 1997, se fusionaron Ecocarbón y Mineralco, originando la Empresa Minera Nacional (Minercol Ltda.). Con la escisión de Carbocol, a través del Decreto 1139 de 1999, le fueron transferidos a Minercol, junto con otras funciones, los derechos sobre la reserva de terrenos baldíos y la figura del aporte minero⁹.

⁹ Acto por el cual el Ministerio otorga a sus entidades adscritas o vinculadas que tengan entre sus fines la actividad minera la facultad temporal y exclusiva de explorar y explotar los depósitos o yacimientos de uno o varios minerales que puedan existir en un área determinada.

Al liquidarse Minercol, en el año 2004 el Ministerio de Minas y Energía delegó en INGEO-MINAS y en las gobernaciones de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cesar y Norte de Santander las siguientes funciones: 1) administrar en forma técnica y eficiente los recursos mineros del país; 2) contratar la exploración y explotación de los recursos mineros y de carbón del país; 3) promover el desarrollo de una minería autosostenible, técnica y competitiva; y 4) incentivar el fortalecimiento de la infraestructura de transporte para los productos mineros.

Por la propiedad del Estado sobre el subsuelo y los recursos naturales no renovables, su explotación causa una contraprestación económica a título de regalía en el territorio donde se exploten y en los puertos, marítimos y fluviales, por donde se transporten. Un porcentaje de las regalías pagadas se destina al Fondo Nacional de Regalías, que los designa, entre otros, a la promoción minera y a financiar planes de desarrollo de los entes territoriales (Constitución Nacional, artículos 360 y 361 y Ley 141 de 1994).

Finalmente, mediante Decreto 4134 del 3 de noviembre de 2011, se crea la Agencia Nacional de Minería, ANM, para administrar los recursos minerales de propiedad del Estado, promover el aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos, de conformidad con las normas pertinentes en coordinación con las autoridades ambientales, con lo cual se espera superar las dificultades que tenía la autoridad minera delegada para la resolución de propuestas de contrato de concesión y fiscalización minera.

6. Eficiencia Productiva del Carbón

La diversidad minera colombiana está representada en numerosas unidades productivas con diferentes ambientes geológicos y métodos extractivos que particularizan, en cada caso, los retos sobre la eficiencia productiva, así:

Economía de escala. Asociada con la minería tecnificada, disminuyendo la competitividad la minería de pequeña escala que deberá enfrentar el reto a través de asociaciones de productores y con las actividades de transporte, cuyo incremento ha encarecido la explotación del recurso y de comercialización.

Extracciones ilícitas. El impacto social, sumado al desconocimiento de las autoridades locales con respecto a sus obligaciones al respecto y al apoyo de productores legales y comercializadores, quienes en ocasiones se apoyan en estas extracciones para satisfacer la demanda de sus clientes, ha dificultado la erradicación de esta actividad, labor que en los últimos años ha iniciado conjuntamente el Ministerio de Minas y Energía con la Fiscalía General de la Nación y la Policía Nacional, arrojando resultados positivos.

Materiales empleados. Existen sobrecostos en las labores de explotación, en especial en regiones donde prevalecen las extracciones ilícitas, asociados a la sobreexplotación del recurso maderero y la dificultad para la consecución de explosivos.

Poder de negociación. Hasta que el Código de Minas estableció la libertad de empresa para la actividad minera, la obligación a los productores

mineros de abastecer la demanda nacional causó desequilibrio en el poder de negociación a favor de los consumidores, quienes en muchos casos pagaban el carbón a precios inferiores a los de producción.

A partir de 2003 la nueva condición de libertad de empresa sumada a los precios internacionales altos inclinó la balanza hacia los productores, por lo que se alcanzó a temer un desabastecimiento en las termoeléctricas de carbón y en la industria, especialmente la cementera, debido a los precios solicitados por estos últimos.

Para evitar abusos de posición dominante como los descritos, es necesario crear vínculos de largo plazo entre productores y consumidores que garanticen ingresos adecuados a los primeros y abastecimiento a los segundos.

Estacionalidad climática. Con la ocurrencia del Fenómeno de El Niño - Oscilación del Sur (ENSO), cuya ocurrencia es cada cuatro años en promedio, se incrementa el consumo de carbón para la generación eléctrica; sin embargo, durante condiciones normales o de Fenómeno de La Niña, la demanda interna se reduce significativamente y las estructuras productivas poco sólidas causan interferencia minera y altos costos de producción, en especial por los costos de cierre y apertura de dichas minas.

Durante el período del Fenómeno de La Niña se presentan problemas de inundaciones, que ocasionan bajas en la producción, como es el caso presentado a finales del año 2010, que

influyó en el no cumplimiento de las metas previstas para este año.

Programa de Uso Racional de Energía. Los programas de uso racional de energía buscan reducir el consumo de esta a través de procesos eficientes. Entre estos programas se incluye la utilización industrial de gas, que muestra reducciones en costos y energía. Tal es el caso de la industria cementera, en donde el cambio en una de las fases del proceso húmedo por proceso seco ha alcanzado reducciones, en términos de eficiencia, del 25%, y de acuerdo a estimativos internacionales podría lograrse una disminución en la carga térmica entre 1680 MJ/kg y 2100 MJ/kg (720 BTU/lb - 900 BTU/lb) de clinker¹⁰, alcanzándose ahorros del orden de 450 Kt de carbón al año, en una industria funcionando a plena capacidad.

Las plantas térmicas de gas compiten con las plantas de carbón por sus bajos costos relativos; sin embargo, las reservas de carbón muestran un panorama más claro para las térmicas de carbón, con la adjudicación en el año 2008 del proyecto Gecelca 3, para la construcción de una planta de 150 MW en el municipio de Puerto Libertador, departamento de Córdoba y una planta de generación de carbón de 160 MW adicional a las existentes actualmente, proyecto Tasajero II, en el departamento de Norte de Santander, cuya subasta se realizó en el año 2011.

Aspectos ambientales. Las tecnologías actuales permiten reducir o mitigar las emisiones de contaminantes asociadas al uso del carbón; no obstante, la visión generalizada frente a la

combustión de carbón continúa siendo negativa, lo que dificulta su utilización. Los retos ambientales en el sector del carbón se pueden enfocar así:

- En la producción, la responsabilidad ambiental es enfrentada según el tipo de minería, siendo mayor en la gran minería, donde se atiende desde la prevención hasta la mitigación y el control. La menor responsabilidad recae en la minería de pequeña escala, donde la baja rentabilidad y la mala comercialización han conducido a que no considere y evalúe el impacto ambiental.
- En el consumo, la contaminación se debe a la baja eficiencia de la tecnología empleada para la producción de energía y a la carencia de planes de mitigación. En el caso de la generación de energía eléctrica, se han desarrollado tecnologías de carbón limpio que minimizan la formación de óxidos de nitrógeno (NOx), gases causantes del efecto invernadero, a través de procesos de quemado.

Es necesario considerar alternativas para el aprovechamiento de mecanismos de desarrollo limpio, como el Convenio de Río de Janeiro y el Protocolo de Kyoto, relacionados con el efecto de los gases invernadero.

Es posible que la reducción de los impactos negativos asociados a la producción y el uso del carbón se logre mejorando la eficiencia en los sectores que lo demandan o en programas de reforestación, como es el caso del llamado “carbón verde”¹¹.

10 Los cementos naturales y artificiales se preparan en hornos en los cuales se lleva a cabo un proceso de calcinación de las materias primas a una temperatura de 1550 oC; se producen aglomerados del cemento en trozos denominados clinkers, los cuales se muelen posteriormente.

11 Consistente en exportar carbón con un certificado de reducción de emisiones por hectáreas de bosques plantados.

Referencias Bibliográficas

U.S. International Energy Agency (IEA). 2008, 2009, 2010 y 2011. *Coal information*.

BRITISH PETROLEUM, 2011. Statistical review of world energy, www.bp.com/worldenergy.

UPME. 2010. *Boletín estadístico de minas y energía; 1990-2010*. 247 p. Bogotá, D.C.

UPME. 2005. *Plan de expansión de referencia generación-transmisión 2009-2023*. 148 p. Bogotá, D.C. www.upme.gov.co.

INGEOMINAS. 2004. *El carbón colombiano: recursos, reservas y calidad*. 470 p. Bogotá, D.C.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución No. 04733 de 30 de septiembre de 2009.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Proyecciones de producción de carbón y oro a 2014, por proyecto y escenario.

UPME. 2012. *Estudio de producción de coque y carbón metalúrgico, uso y comercialización*. 174 p. Bogotá, D.C.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2011. *Estudio técnico sectorial "Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos"*. 327 p. Bogotá, D.C. www.simco.gov.co.

UPME. 2010. Revisión y Actualización de la Proyección de Precios de Carbón. www.simco.gov.co.

UPME. 2005. *Distritos mineros, exportaciones e infraestructura*. 120 p. Bogotá, D.C. www.simco.gov.co.

UPME. 2005. *La cadena del carbón*. 52 p. Bogotá, D.C. www.simco.gov.co.

UPME. 2006. *Mercado nacional e internacional del carbón colombiano*, 108 p. Bogotá, D.C.

www.simco.gov.co.

UPME. Sistema de Información Minero Colombiano “SIMCO”. Estadísticas de producción, exportaciones y regalías de carbón. www.simco.gov.co.

COAL PROCESSING CONSULTANTS LTD. 1980. The effect of physical and chemical properties of coals on their acceptability for steam generation. Holanda.

UPME. 2004. *Plan de Infraestructura de Transporte y Portuaria para el Desarrollo de la Minería en Colombia. Informe final*. 787 p. Bogotá, D.C. www.simco.gov.co.