

Tema 1



Minería del carbón

<http://www.chinagrindingmill.net/news-blog/development-of-mining-methods-and-changing-preparation-standards.html>

Contenido

Génesis del carbón

Métodos de prospección del carbón mineral

Formas de extracción: a cielo abierto y subterránea

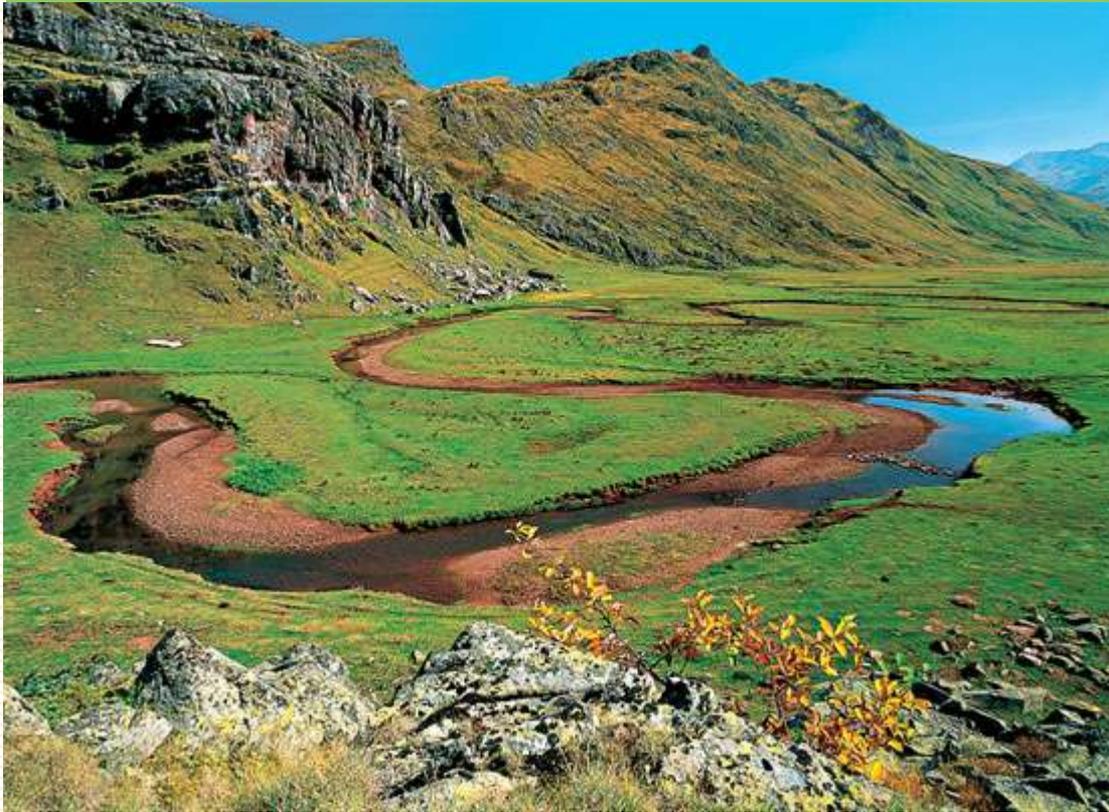
Yacimientos en Venezuela

Aspectos legales de la minería del carbón en Venezuela

Aspectos económicos del carbón mineral

Referencias recomendadas

- SME (1992) “*Mining Engineering Handbook*” Tomos I y II
- SME (1990) “*Surface Mining*”
- Estévez, I. (2006) “Taller de génesis del carbón”. Dictado en el Centro de Recursos Empresariales. Maracaibo. Inédito.
- Piña, A. (2009) “Trabajo Final. Formación Marcelina. Ambientes Sedimentarios”. Actividad final. Curso: Ambientes Sedimentarios. Postgrado de Ciencias Geológicas. UCV
- Ortiz y Herrera (2002) “Curso de Laboreo I”. Universidad Politécnica de Madrid.
- Castilla y Herrera (2012) “El proceso de exploración minera mediante sondeos”. Universidad Politécnica de Madrid.
- Chacón (1998) “Técnicas de minería de superficie” FUNDAUDO. Universidad de Oriente. Curso.
- Boogs, S. (1995) “Principles of Sedimentology and Stratigraphy”. Prentice Hall. Inc. 2da edición.
- www.worldcoal.org
- Corona-Esquivel y otros (2006) “Geología, estructura y composición de los principales yacimientos de carbón mineral en México”. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen conmemorativo del Centenario.
- Revistas:
 - “*Coal Age*”. www.mining-media.com
 - “*Engineering and Mining Journal*”. www.mining-media.com



GÉNESIS DEL CARBÓN

Estévez (2006) y Boggs (1995)

<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/30/138691>

Material recopilado por: Profa. Aurora Piña

Carbones



Abundancia

Son el tipo de sedimentos carbonáceos más comunes

Composición

Contienen impurezas (cenizas)

Proviene de los materiales siliciclásticos

El carbón se formó a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica (plantas superiores terrestres).

La acción de las bacterias anaeróbicas, hace que la materia orgánica gane carbono y pierda oxígeno e hidrógeno.

Los incrementos de presión y temperatura con el paso del tiempo, provocan cambios físico y químicos, transformando restos orgánicos en carbón.

Formación de yacimientos económicamente explotables

Presencia de vegetación abundante

Ambiente tropical, cálido y húmedo

Ambiente tectónico de subsidencia

Vegetación (plantas mayores)

Ocurrencia de sepultamiento

Hundimiento rápido de la vegetación

De forma que no quede expuesta a la intemperie

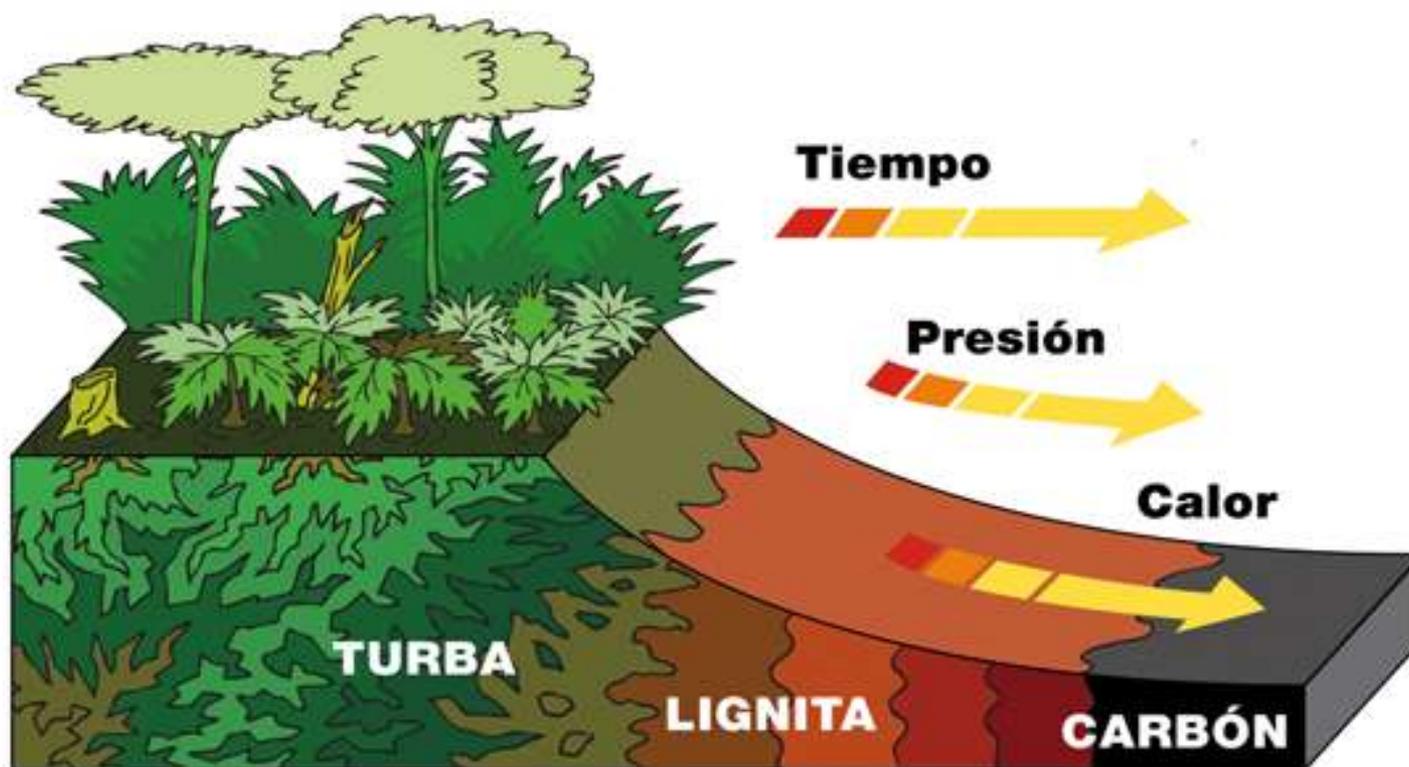
La formación de turba es lenta y progresiva

Todas las condiciones anteriores

Deben presentarse juntas

Y en un intervalo de tiempo prolongado

Carbones formación



<http://www.aprendenergia.fundacionrepsol.com/repasa/los-combustibles-fosiles?page=5>

Ambientes propicios para la formación de carbón

Corona-Esquivel y otros (2006)



Lagunas, estuarios y marismas, saladas o salobres

- Zonas con comunicación ocasional con el mar

Zonas pantanosas, ciénagas, canales, lagos y charcas intracontinentales

- Con vegetación de tipos diversos (herbácea o leñosa) controlada por la profundidad del medio, sus condiciones del fondo, temperatura de las aguas, etc.

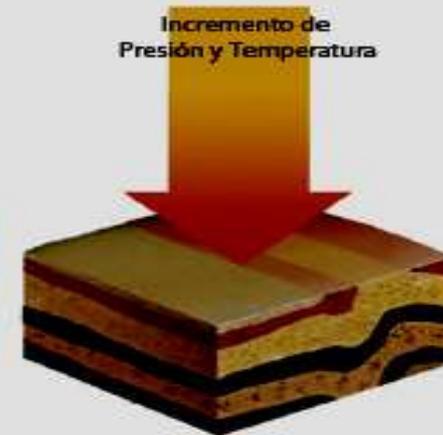
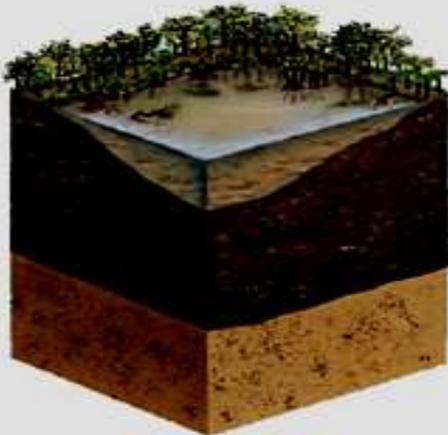
Manglares de las zonas tropicales

- Se encuentran bordeando a las lagunas y a los estuarios

Ambientes fluviales y deltaicos

Condiciones de formación

FORMACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CARBÓN



INCREASE IN COAL RANK



TURBA
 Carbon content: 60%
 Volatile matter: > 53%
 Average calorific value: 1600kj/kg.
 Moisture content: >75% (in-situ).



LIGNITO
 Carbon content: 60 - 71%
 Volatile matter: > 53 - 49%
 Average calorific value: 2300kj/kg.
 Moisture content: >35% (in-situ).



HULLA
 Carbon content: 71 - 77%
 Volatile matter: > 49 - 52%
 Average calorific value: 29300kj/kg.
 Moisture content: 25 - 10% (in-situ).



ANTRACITA
 Carbon content: 77 - 87%
 Volatile matter: 42 - 29%
 Average calorific value: 362500kj/kg.
 Moisture content: 8% (in-situ).



¿Cómo buscar el carbón? PROSPECCIÓN

www.worldcoal.org

¿Cómo buscar el carbón?

Las reservas de carbón se descubren mediante actividades de exploración

- Creación de un mapa geológico de la zona
- Realización de estudios geoquímicos y geofísicos
- Perforación de exploración

Esto permite obtener una imagen precisa de la zona que se pretende desarrollar

Consideraciones en la exploración

Uso de herramientas de las geociencias

- Geología de superficie
- Geoquímica
- Geofísica

Malla de perforación

- 150x150m
- 500x500m
- La malla óptima será la que proporcione la mayor cantidad de información

En testigos de perforación

- Observación de estructuras geológicas
- Litologías presentes



CLASIFICACIÓN DE LOS CARBONES

Estévez (2006)

<http://www.majedkhalil.mobi/carbon/>

Escala de clases (Esteves, 2006)

El término “grado” se refiere al estado de carbonización a que ha llegado el proceso de metamorfismo. Para otro tipo de clasificaciones, donde se toma en cuenta:

Disminución de la <u>humedad natural</u> del carbón	Disminución de la cantidad de <u>materias volátiles</u> que se desprenden por calentamiento	Aumento del <u>carbono fijo</u> , es decir, la cantidad de residuos de carbón o coque que queda después de calentar el carbón	Aumento de potencia o <u>poder calorífico</u>
---	---	---	---

Tipos de carbones mineral Estévez (2006)



Turba. Es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono.

- Se forma como la resultado de la putrefacción y carbonización parciales de la vegetación en el agua ácida de las turberas.



Lignito. Es de rango inferior al de los carbones sub-bituminosos y por lo general presente un color marrón oscuro, denominados lignitos pardos.

- Una variedad muy particular de lignito es el azabache, usado en joyería.

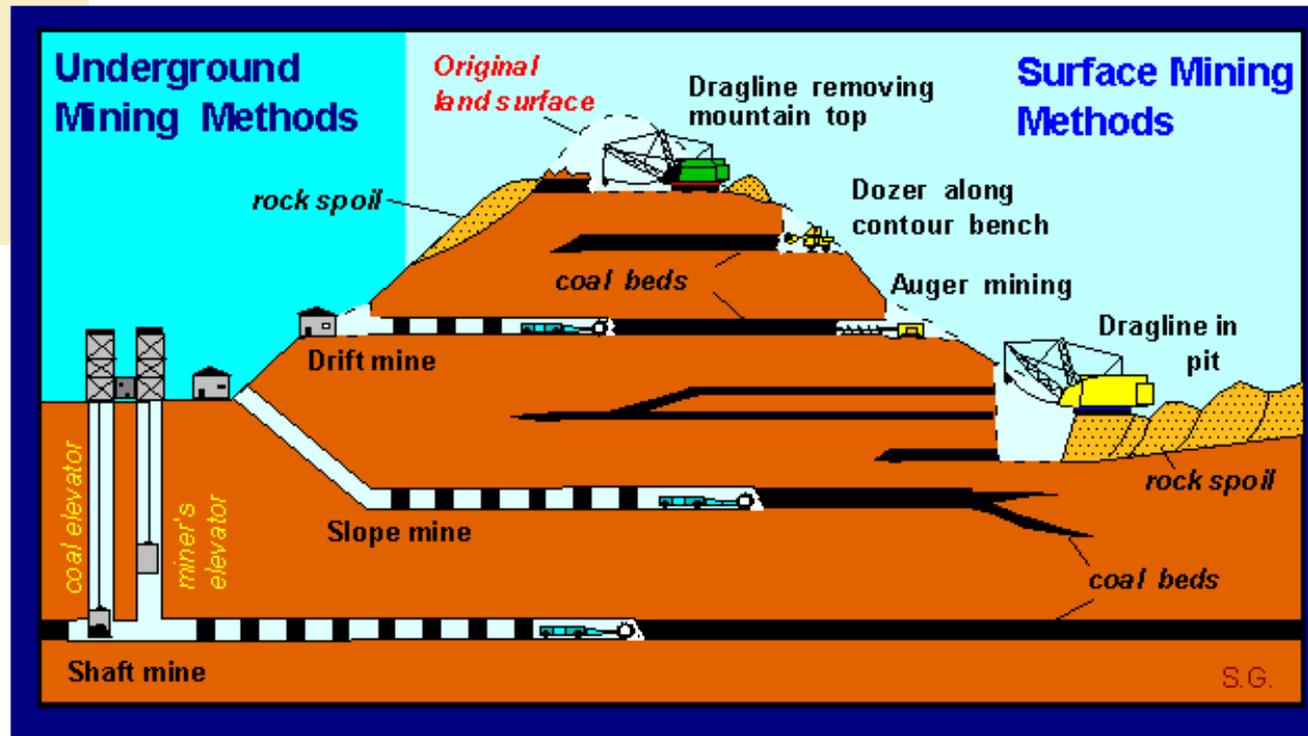


Hulla. Es negra, mate y arde con dificultad con una llama amarillenta. Se diferencia del lignito, por su mayor poder calorífico.



Antracita. Carbón duro que tiene el mayor contenido de carbono fijo y el menor en materia volátil de los cuatro tipos.

- Tiene un color negro brillante de estructura cristalina.
- Es el carbón mineral de más alto rango y el que presenta mayor contenido en carbono.



MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

<http://butane.chem.uiuc.edu/pshapley/Environmental/L4/4.html>



MINERÍA A CIELO ABIERTO DEL CARBÓN

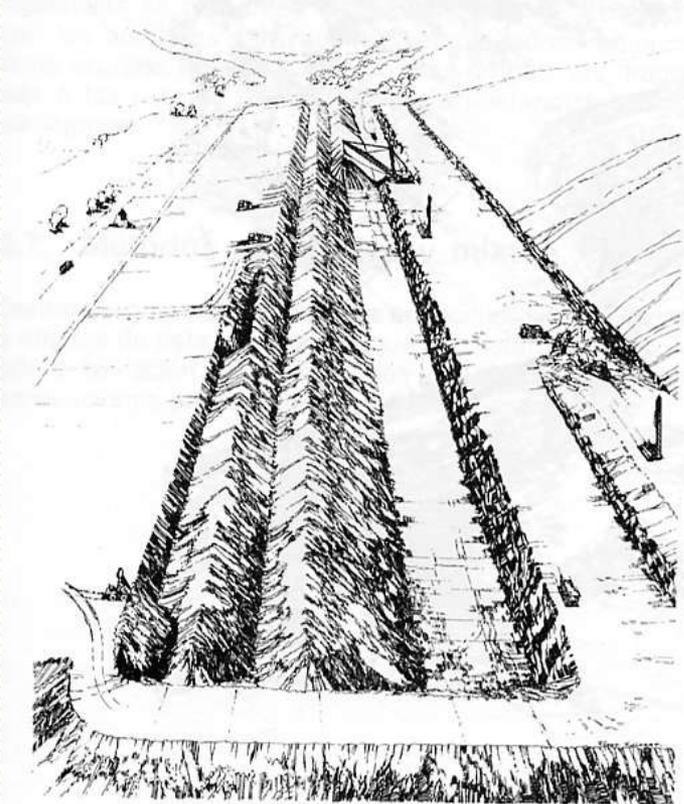
Herrera (2006)/www.worldcoal.org

Material recopilado por: Profa. Aurora Piña

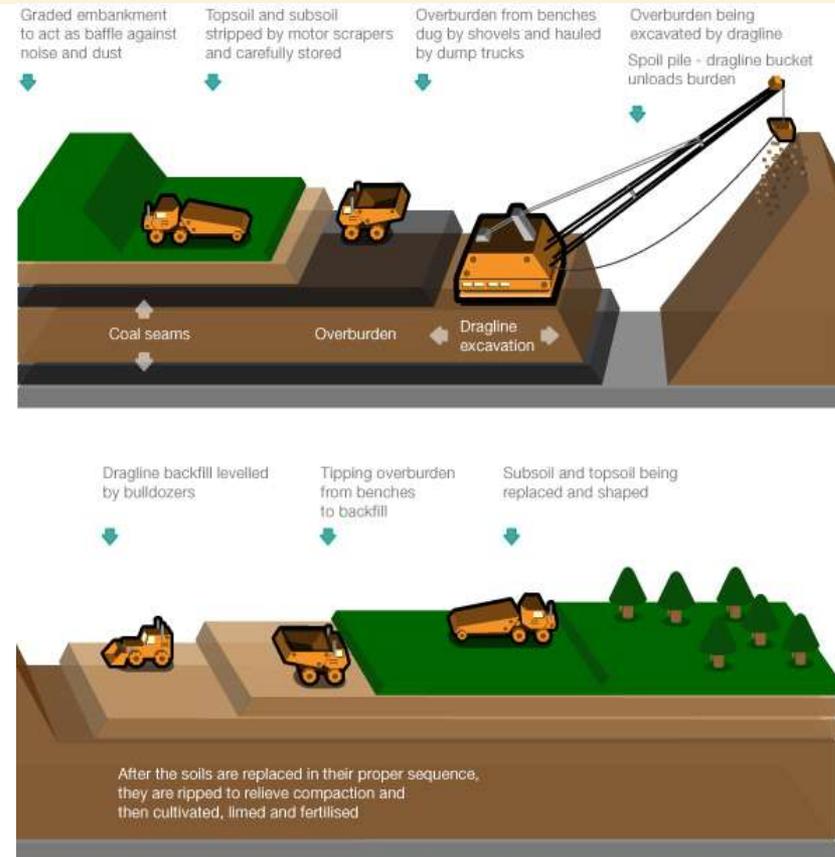
Descubierta – *Open cast*

Llamado también método americano

Aplicado generalmente a yacimientos tumbados u horizontales



Herrera (2006)/www.worldcoal.org



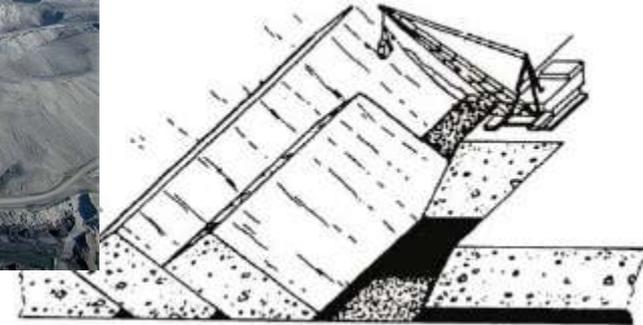
Equipos utilizados

Arranque: Muchas veces indirecto por perforación y voladura.

Para la transferencia inicial (destape): dragalinas. Se requiere material bien volado y con granulometría adecuada para la carga.

Operaciones auxiliares: tractor de orugas, tractor de ruedas y motoniveladora.

Carga y acarreo: palas eléctricas o de cables y camiones roqueros.



En bancos. Método alemán. *Open Cast (Strip)*

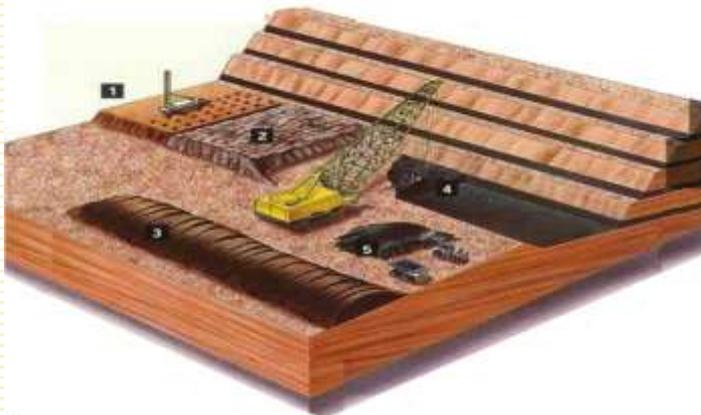
Se llama de esta manera porque fue en Alemania que se aplicó extensamente



Se utiliza en yacimientos de lignitos o minerales blandos



<http://bestcoaltrading.blogspot.com/2010/04/basic-surface-mining.html>



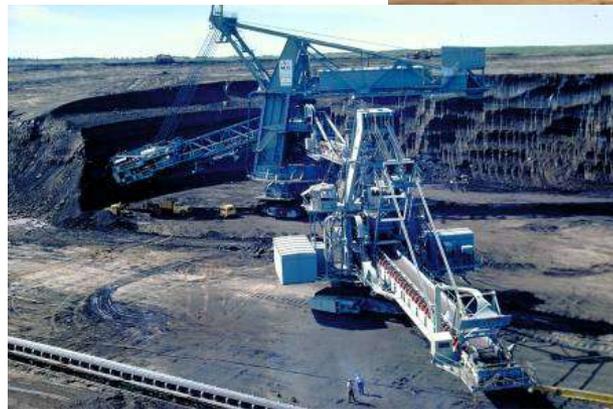
Equipos utilizados

Arranque: es directo, pues no requiere de perforación y voladura por ser el recubrimiento un material blando y poco consolidado.

Para la transferencia inicial (destape): Rotopalas (*Bucket Wheel Excavators [BWE]*) y dragalinas.

Operaciones auxiliares: tractor de orugas y ruedas, sobre todo como apoyo a la dragalina.

Carga y acarreo: carga del lignito con cargador frontal, pala frontal. Acarreo con camiones de tolva modificadas

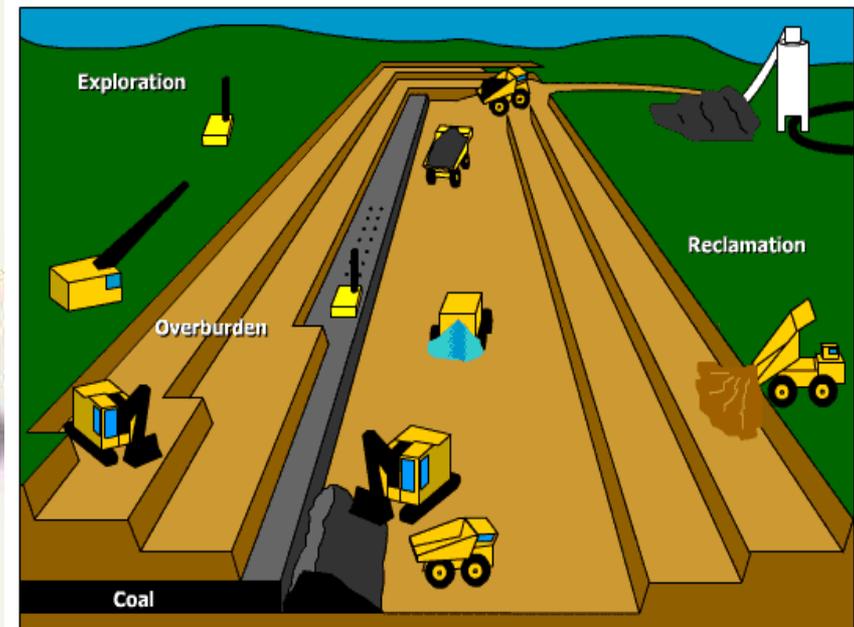


http://www.cmamas.ca/meccano/Ron_Kurtz/bwe/
<http://www.nkmz.com/English/index.html#mining0104.ht>
http://www.thyssenkrupp.com/en/presse/bilder.html&photo_id=831

Clásica a cielo abierto (*Open pit*)

Es la forma más común de explotar yacimientos de carbón con cierto ángulo de inclinación

En Venezuela, la región carbonífera del Zulia, Formación Marcelina tiene esta configuración y es la forma en que es explotada



<http://www.wsgs.uwo.edu/coalweb/MineFieldTrip/diagram.aspx>

<http://www.mining-technology.com/projects/greenhills/greenhills5.html>

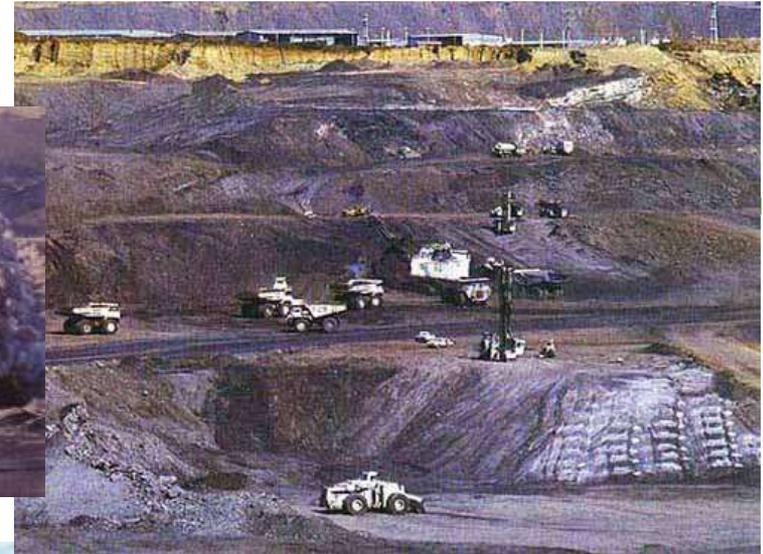
Equipos utilizados

Arranque: Indirecto con perforación y voladura en estéril. Directo con tractor para carbón.

Para el destape: dragalinas, palas frontales hidráulicas y eléctricas.

Operaciones auxiliares: tractor de orugas, tractor de ruedas, motoniveladora.

Carga y acarreo: carga de estéril con palas frontales, para el carbón cargador frontal y retroexcavadoras.



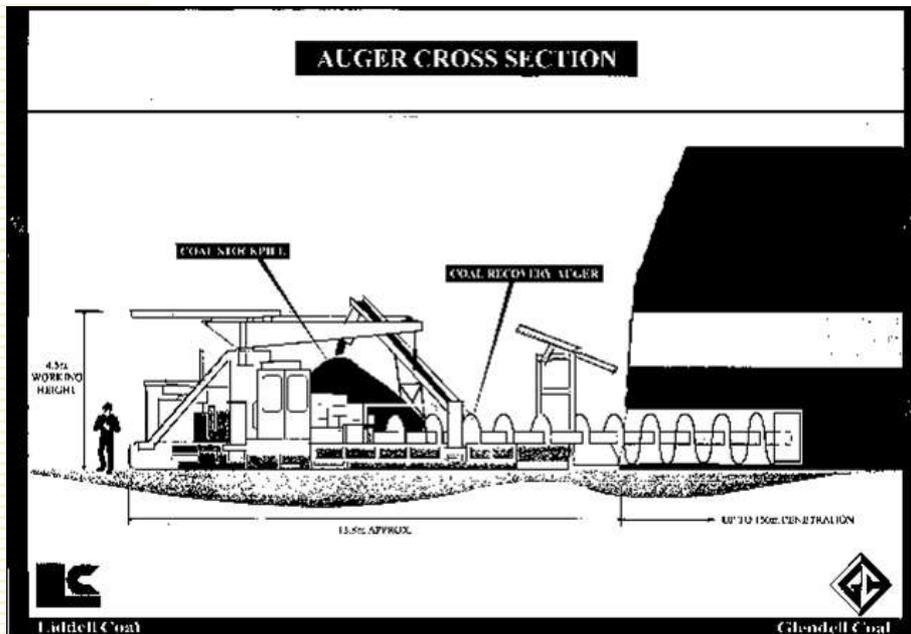
<http://www.mining-technology.com/projects/cerrejon/cerrejon6.html>

<http://www.mining-technology.com/projects/minas-moatize-mine-mozambique/minas-moatize-mine-mozambique6.html>

Especiales (*Auger mining*)

Método de recuperación de carbón de capas delgadas 2 a 8 ft. (0.6 a 2.4 m)

Generalmente son paredes largas dejadas de otras explotaciones como *open cast* o *strip mining*



<http://bestcoaltrading.blogspot.com/2011/10/introduction-of-auger-mining.html>

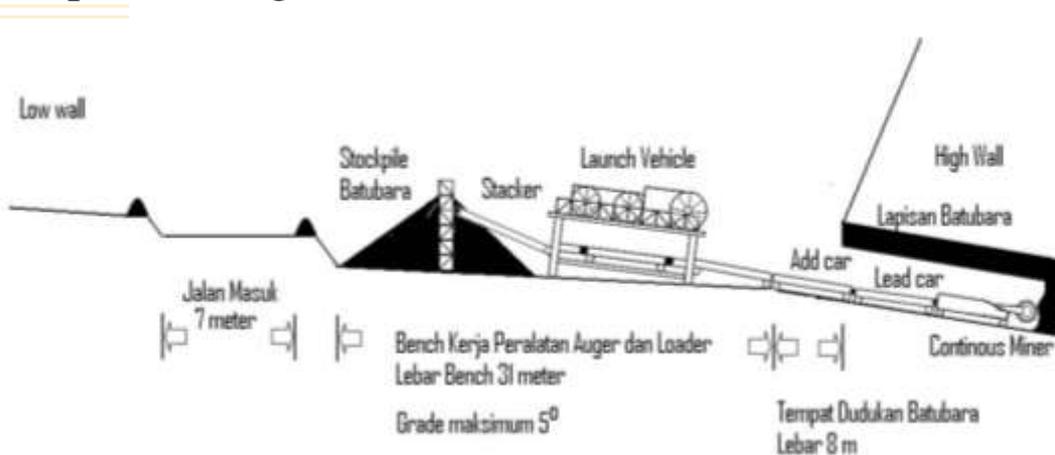
<http://www.uky.edu/KGS/picturekentucky/coal/augermining.jpg>

Equipos utilizados

Arranque: equipo con cabeza cortadoras en espiral, que utiliza la fuerza hidráulica en el ataque del frente.

Operaciones auxiliares: cargadores frontales y tractores.

Carga y acarreo: cintas transportadoras y camiones para la carga de carbón.

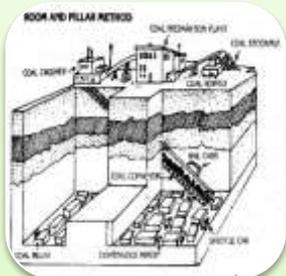




MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN

<http://members.iinet.net.au/~mspl/examplescoal.htm>

Extracción por pilares (*Room and Pillar*)



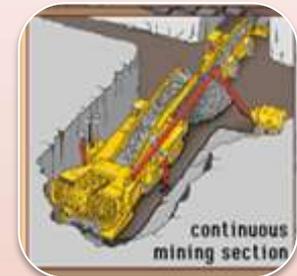
La explotación se realiza considerando que los pilares representan 40% del carbón aprovechable



El arranque se realiza con mineros continuos



En el acarreo se usan *Shuttle cars* y cintas transportadoras



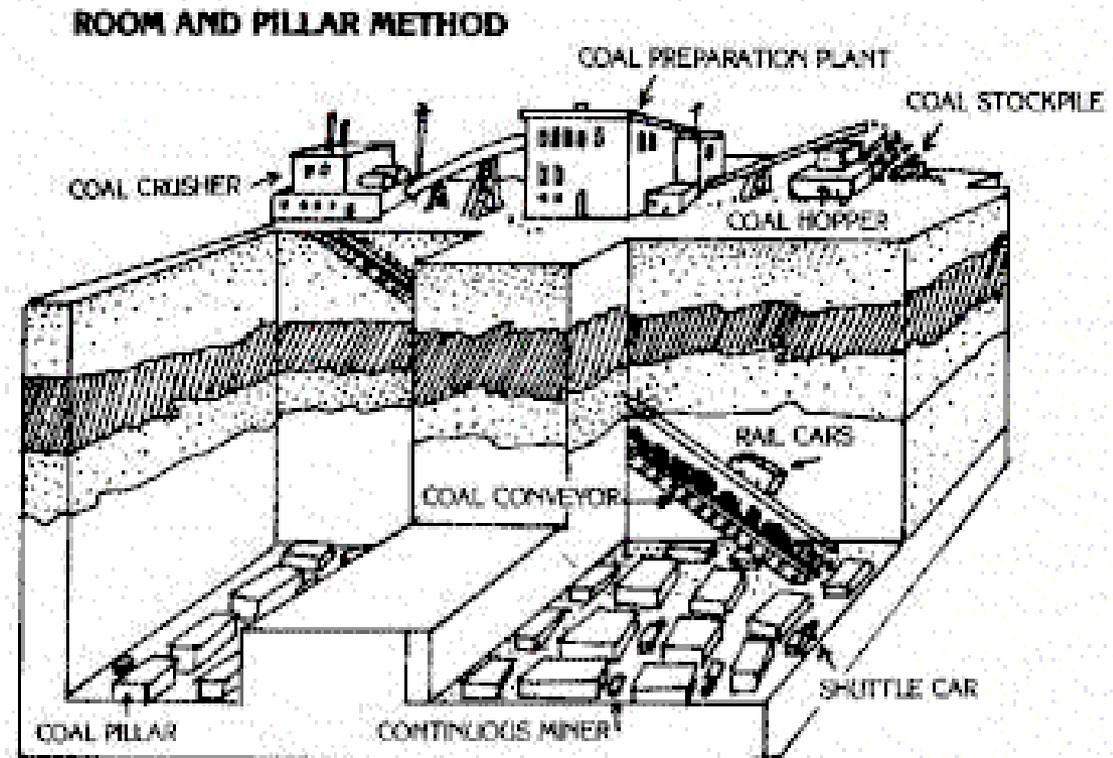
Para asegurar las operaciones se colocan pernos en el techo

Equipos utilizados

Arranque: Directo con minero continuo.

Operaciones auxiliares: empernadora, bombas, iluminación y ventilación.

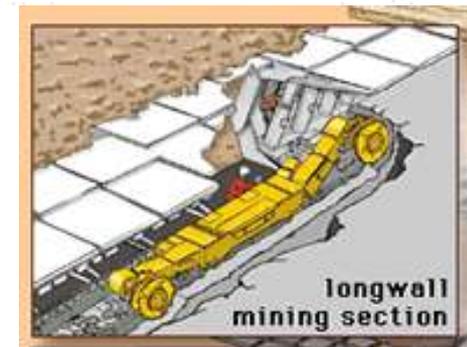
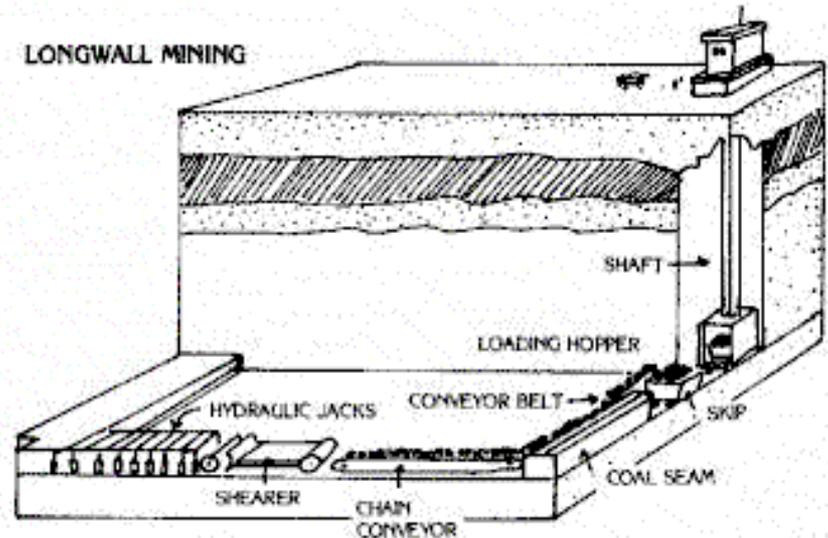
Carga y acarreo: *Shuttle car* y cintas transportadoras (de cangilones). LHD.



Extracción por tajos largos (*Longwall mining*)

Supone la extracción completa del carbón de una sección del manto

Cada avance de carbón puede variar en longitud entre 100-350m.



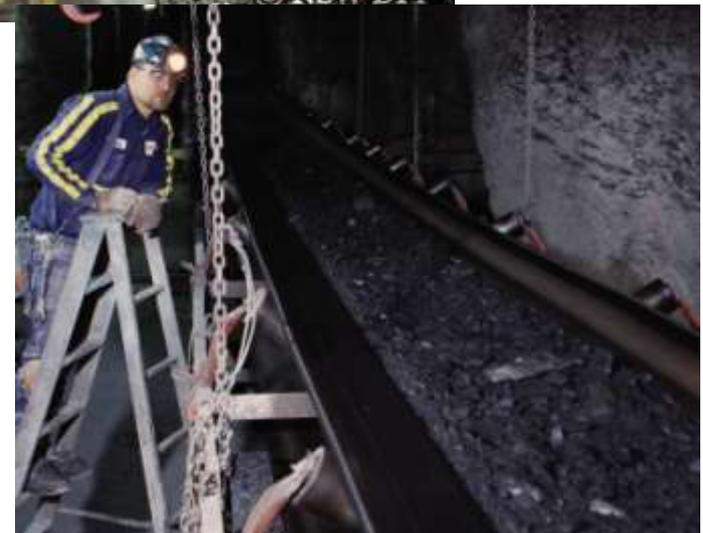
<http://www.peabodyenergy.com/content/246/US-Mining/Midwest-and-Colorado>
<http://www.shibang-china.com/coal-project/coal-mining-methods.html>
<http://www.coaleducation.org/lessons/twe/mcoal.htm>

Equipos utilizados

Arranque: Directo con minero continuo con soporte de techo.

Operaciones auxiliares: bombas de achique, iluminación y ventilación.

Carga y acarreo: Cintas transportadoras, *skips*



<http://www.goodyear.com/imagegallery.aspx?folderid=1462>

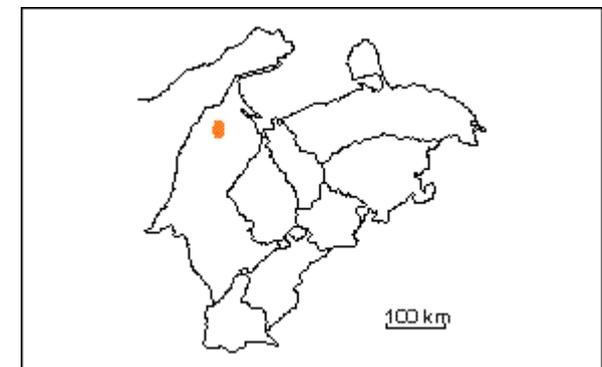
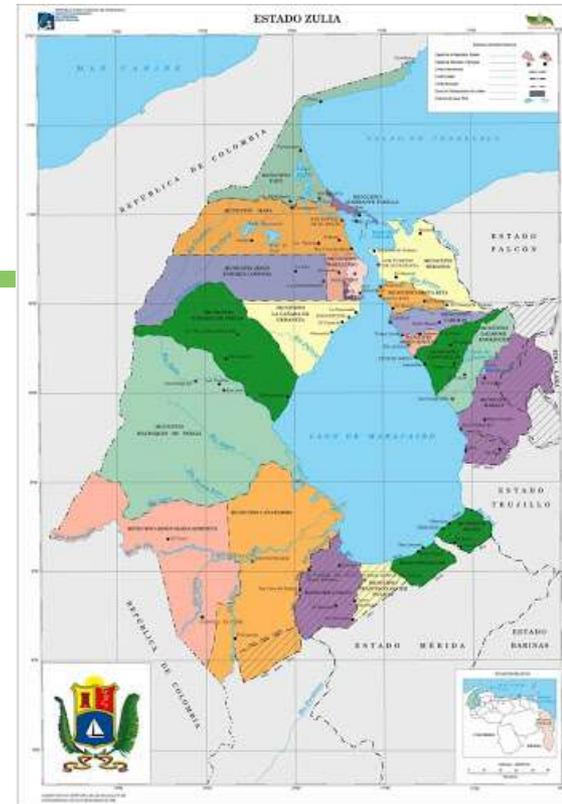


YACIMIENTOS EN VENEZUELA

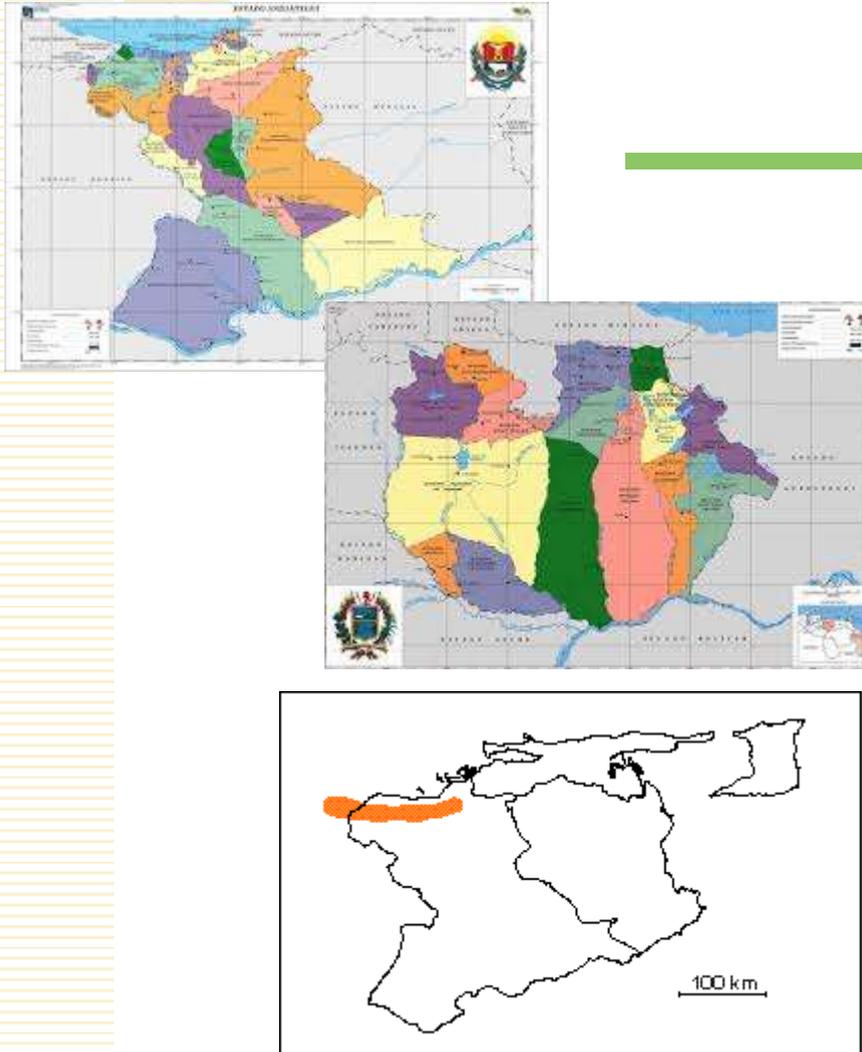
Ubicación

Estado Zulia

- ◆ Situada en la parte noroccidental de Venezuela, en los Distritos Mara, Páez y Maracaibo.
- ◆ Formación Marcelina perteneciente a la edad Paleoceno Superior-Eoceno Inferior alternando con lutitas y areniscas. Los carbones son brillantes, con intervalos bandeados y macizos; bituminosos de alto contenido volátil, extrema pureza que los califican de óptima calidad para la generación de energía.



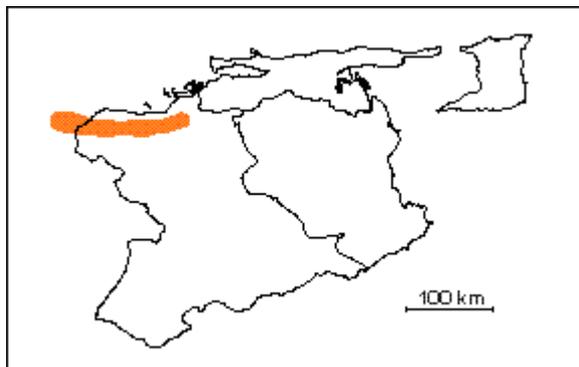
Ubicación



Estado Guárico

- ♦ Faja carbonífera de Guárico nororiental: puede considerarse como una extensión, parcialmente interrumpida, hacia el oeste de la zona carbonífera de Naricual, estado Anzoátegui.
- ♦ Se han detectado mantos comerciales de carbón al este del río Unare, en la zona de Aguas Calientes, y en los ríos Urape, Chacual, Jengibre, Negro y el Carbón.
- ♦ Todos los mantos están asociados con la Formación Naricual.

Ubicación



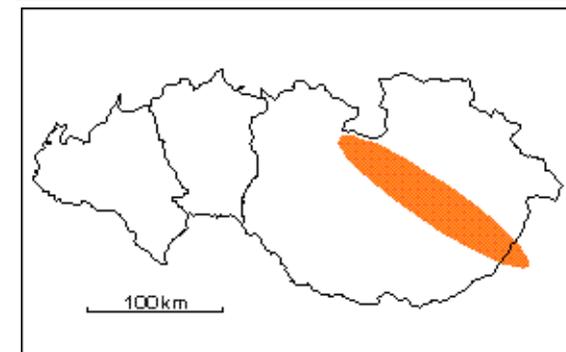
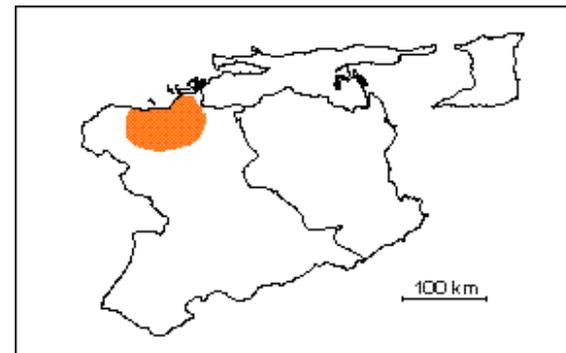
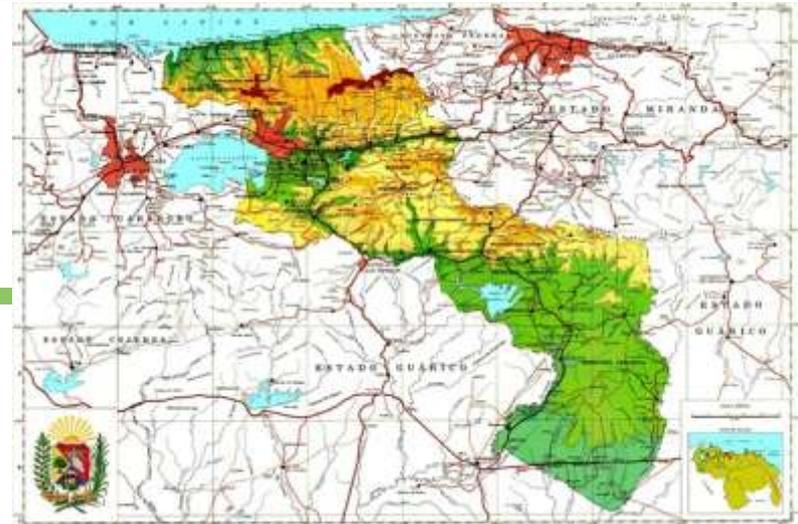
Estado Anzoátegui

- ◆ Se encuentra situada en la parte nororiental de Venezuela, en el Distrito Bolívar del estado Anzoátegui.
- ◆ El carbón es brillante, con fractura concoidal y marcado clivaje y tiene muy poco grisú. Se le clasifica como carbón bituminoso con alto contenido de volátiles.
- ◆ El tramo carbonífero está incluido en la Formación Naricual del Grupo Merecure (Terciario Medio).

Ubicación

Estado Aragua

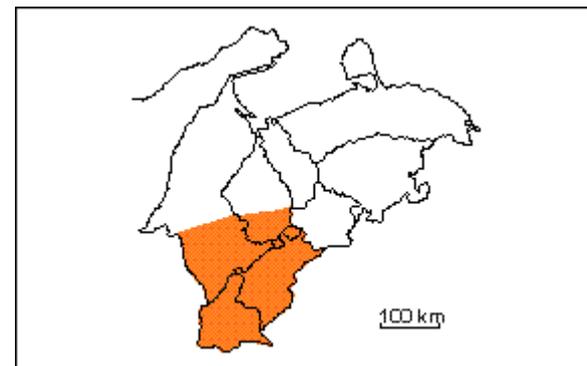
- ♦ Zona carbonífera de Aragua meridional: constituye parte de las secuencias de carbón presentes en las formaciones del Terciario Superior, especialmente las formaciones Quiamare y Chaguaramas en la Cuenca Oriental de Venezuela.
- ♦ La secuencia carbonífera se asocia con niveles arcillosos varicolores de la Formación Quiamare de edad Mioceno Superior; los mantos carboníferos fueron detectados a menos de 30 m de la superficie.



Ubicación

Estado Táchira

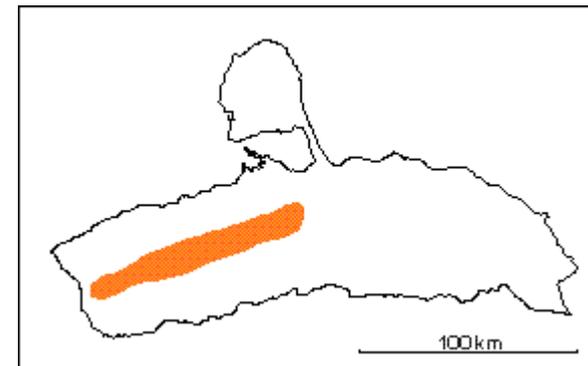
- ◆ Región carbonífera de Lobatera, donde se encuentra el mejor carbón venezolano, dentro del grupo de los bituminosos.
- ◆ En la región de Lobatera aflora la Formación Carbonera.
- ◆ Región carbonífera de Rubio: los mantos se asocian con la Formación Carbonera.
- ◆ La zona que presenta mantos carboníferos puede ser factible de explotarse a cielo abierto y cubre un área de 25 km².
- ◆ Región carbonífera de Santo Domingo: esta guarda una de las más importantes reservas de carbón del Táchira meridional.
- ◆ Los depósitos se asocian con la Formación Carbonera y afloran extensamente a lo largo de la faja comprendida entre la quebrada El Barroso y el río Cuite.



Ubicación

Estado Falcón

- ♦ Región carbonífera del estado Falcón: posee numerosas áreas carboníferas.
- ♦ Excelentes afloramientos de carbón han sido ubicados en las quebradas Ancha, El Hatico, La Ciénaga, El Hatillo, El Saladillo y El Encanto, intercalados con capas de areniscas y lutitas correspondientes a la Formación Cerro Pelado.
- ♦ Los carbones de las formaciones Terciarias de Falcón son parcialmente ligníticos, con contenidos altos de volátiles y porcentajes bajos de carbono fijo.





LEGISLACIÓN VENEZOLANA Y EL CARBÓN MINERAL

Legislación aplicable a la aprovechamiento y explotación del carbón mineral

Leyes

Normas, decretos y reglamentos

Constitución Nacional. 1999

Ley Orgánica del Ambiente. 2006

Decreto 638. 1995

Decreto 883. 1995

Ley de Minas. 1999

Ley Penal del Ambiente. 2013

Decreto 1257. 1996

Reglamento General de Ley de Minas. 2001

LOPCYMAT. 2005

Ley de sustancias, materiales y desechos peligrosos. 2001

Reglamentos LOA

Reglamentos y normas LOPCYMAT



ASPECTOS ECONÓMICOS DEL CARBÓN

Usos

Generación de electricidad

- El carbón suministra en la actualidad el **39% de la electricidad de todo el mundo.**

Producción de acero

- Cerca del **64% de la producción de acero** en todo el mundo **proviene del hierro fundido en altos hornos que utilizan carbón.**

Licuefacción de carbón

- El carbón **se convierte en un combustible líquido.**

Producción de cemento

- El carbón se utiliza como **f fuente de energía** para la **producción de cemento.**

Otros usos

- Otros usuarios importantes del carbón son las **refinerías de alúmina, los fabricantes de papel, las industrias químicas y farmacéuticas.**

Condiciones de mercado

Distancia para llevar el carbón al lugar para ser utilizado.

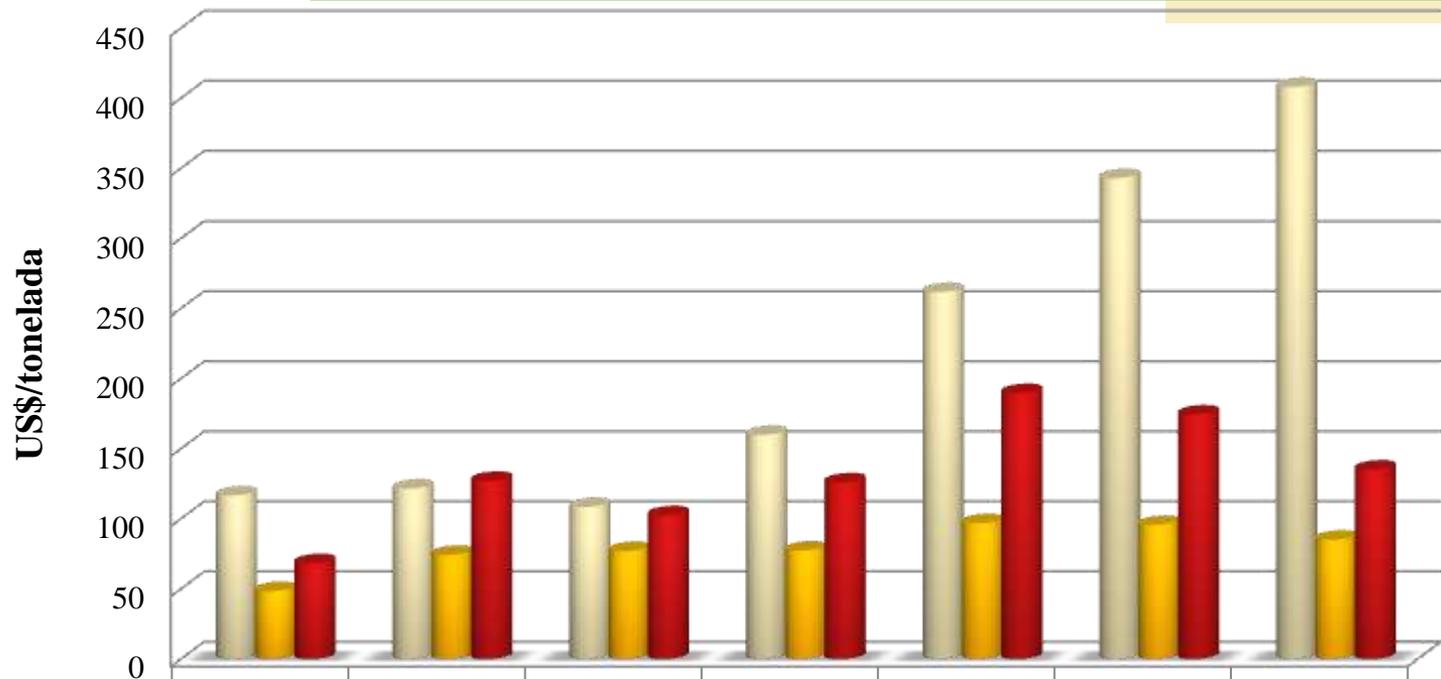
- Costos asociados.

Calidad del carbón.

- Azufre, volátiles, cenizas, humedad y poder calorífico.

Comportamiento del mercado

Precios del carbón mineral años 2007-2013



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
■ 1. Antracitas	116,65	121,5	108,46	159,85	261,72	343	408
■ 2. Hullas Térmicas	48,42	74,28	76,95	77,31	96,77	95,56	85
■ 3. Demás Hullas (Metalurgico)	68,27	126,97	102,37	125,84	189,59	174,25	135

<http://www.simco.gov.co/simco/Estad%EDsticas/PreciosdelCarb%F3n/tabid/109/Default.aspx>

Mercado internacional

Se estima que se produce una tonelada de carbón por persona en el mundo

El carbón produce 39% de la electricidad en el mundo

Se estima que el crecimiento sobre el consumo de carbón será de 1,5% anual durante el período 2002-2030

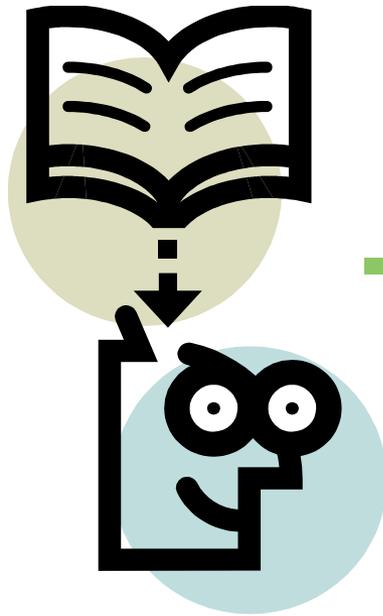
El mayor consumo está en Asia. China representa el 54% del total mundial

La principal limitación es el transporte

Los principales productores también son los primeros consumidores: China, Australia, Estados Unidos, Suráfrica e India

**En síntesis. En esta clase hemos
aprendido:**

GÉNESIS DEL CARBÓN
EXPLORACIÓN DEL CARBÓN
**FORMAS DE EXTRACCIÓN DEL
CARBÓN**
YACIMIENTOS EN VENEZUELA
LEGISLACIÓN PERTINENTE
ASPECTOS ECONÓMICOS



Actividades de aprendizaje y ciclo de preguntas
¡GRACIAS!