

# El programa de postgrado en ciencia y técnica del carbón

Por: Antonio Romero Hernández \*

## RESUMEN

La Facultad Nacional de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, presenta el programa de Postgrado en Ciencia y Técnica del Carbón, conducente al título de MAGISTER.

El programa tendrá una escolaridad de tres semestres académicos y está orientado a la preparación de profesionales, docentes e investigadores especializados en las áreas de la geología, la minería y la química del carbón.

Este programa de Postgrado fue creado por Acuerdo 61 del 15 de agosto de 1984, del Consejo Superior Universitario y hace parte del "Subprograma para el desarrollo de la capacidad de investigación en Colombia", Convenio Universidad Nacional, ICFES-BID.

## 1. INTRODUCCION

Los estudios geológicos muestran que Colombia posee grandes recursos carboníferos que la sitúan en un primer lugar a la escala latinoamericana, pero se desconoce el verdadero potencial de este combustible (INGEOMINAS, 1981). Se hace necesario, entonces, intensificar la exploración, conocer y desarrollar las nuevas tecnologías de explotación y sobre todo profundizar en el estudio de los usos y aprovechamientos de este recurso. De esta manera se podrá sentar las bases para una industria moderna del carbón que representará sin duda un factor influyente en el desarrollo económico y social del país.

La Facultad Nacional de Minas, con un siglo de experiencia en la formación de ingenieros de los recursos minerales, es consciente de la importancia del aprovechamiento cabal de nuestras riquezas minerales y energéticas.

Con este propósito y con base en las experiencias del

Centro de Investigaciones del Carbón, contando además con personal calificado, la Facultad se propone responder a las expectativas que se han generado en el país y contribuir en la búsqueda de una identidad nacional y de una participación efectiva en el control de nuestras riquezas naturales.

## 2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El Programa de Postgrado en Ciencia y Técnica del Carbón es la respuesta a una necesidad académica, científica y tecnológica del país. En lo académico la Universidad Nacional se propone estructurar los programas de formación de profesionales, con ellos se debe incentivar y realizar la investigación que permita un conocimiento de las tecnologías apropiadas y su adaptación o desarrollo.

Con ese propósito la Facultad de Minas se ha propuesto conseguir los siguientes objetivos:

- Mejorar el conocimiento cualitativo y cuantitativo de los carbones nacionales, buscando diferentes alternativas de utilización e industrialización en el país.
- Determinar el potencial de aplicación, adaptación y desarrollo de tecnologías en: Exploración, explotación, beneficio, combustión, carbonización, gasificación, licuefacción, aprovechamiento y manejo de residuos de carbón.
- Contribuir a la formación del recurso humano capacitado para presentar alternativas de alto nivel científico y tecnológico relacionado con el manejo del recurso carbonífero y que pueda servir de asesor a los organismos estatales en la definición de políticas en este campo.
- Capacitar docentes e investigadores que puedan participar en el mejoramiento del nivel académico de los estudios de pregrado en instituciones de educación superior que desarrollen programas relacionados con las áreas consideradas.

\*Profesor Asistente, Facultad Nacional de Minas, Director Académico del Postgrado en Ciencia y Técnica del Carbón.



- Sistematizar e institucionalizar los antecedentes de investigación que se han efectuado en el campo del carbón en Colombia.
- Contribuir a la capacitación de profesionales colombianos en materias de negociación, contratación y comercialización o mercadeo del carbón.
- Adelantar estudios sobre protección del medio ambiente en la industria del carbón.

### 3. PLAN DE ESTUDIOS

El programa de Postgrado centrará su actividad en tres áreas de investigación consideradas como prioritarias para el desarrollo del potencial carbonífero del país:

- Caracterización de Yacimientos de Carbón.
- Estabilidad Estructural de las Explotaciones de Carbón.
- Caracterización Físico-Química y Transformación del Carbón.

Cada área contempla a su vez líneas de investigación. Estas funcionarán de acuerdo con los recursos disponibles y la demanda que de ellas se tenga en el desarrollo del programa.

Una formación básica se ofrecerá a los estudiantes como preparación a las diferentes opciones. Además existirá la posibilidad de nivelación con materias de pregrado y cursos de extensión para aquellos estudiantes que lo requieran.

De acuerdo con las áreas de investigación propuestas, el programa tendrá la estructura curricular que se muestra en el siguiente cuadro:

#### PRIMER SEMESTRE

Asignatura	Carácter	UTAS	Intensidad Horas/Semestre
Caracterización y Preparación de Carbones	TP	3	60
Planificación y Manejo del Recurso Carbonífero	T	2	30
Métodos Estadísticos y Numéricos Computarizados	TP	3	60
Obligatoria I	T	4	60
Seminario I	T	2	30

#### SEGUNDO SEMESTRE

Factores Ambientales en la Industria del Carbón	T	2	30
Obligatoria II	T	4	60
Obligatoria III	T	4	60
Obligatoria IV	T o TP	4	60
Seminario II	TP	3	60

#### TERCER SEMESTRE

Seminario III	T	2	30
Tesis	TP	13	—

UTA: Unidad de Trabajo Académico.

T: Teórica.

TP: Teórico-Práctica.

### 3.1 FORMACION BASICA

#### Asignaturas Comunes.

- Caracterización y Preparación de Carbones.  
Análisis de carbones, muestreo y preparación, petrografía del carbón, operaciones unitarias en el beneficio de carbones, diseño de plantas de lavado.
- Planificación y Manejo del Recurso Carbonífero.  
Marcos generales de las diferentes formas empresariales de extracción carbonífera. Tipos de contratos y comercialización. Importancia actual y perspectivas de los usos del carbón.
- Métodos Estadísticos y Numéricos Computarizados.  
Manejo operativo del computador. Métodos estadísticos y métodos numéricos. Aplicaciones de la investigación de operaciones a la solución de problemas de ingeniería relacionados con cada opción del programa.
- Factores Ambientales en la Industria del Carbón.  
Legislación ambiental y salud ocupacional. Identificación de riesgos. Contaminación y modificación del medio ambiente. Variación de ecosistemas.
- Seminario I  
Fundamentos de la investigación científica dentro del contexto social, cultural, económico e industrial contemporáneo. Métodos y fases de una investigación científica. Aspectos administrativos de la investigación científica.



— Seminario II

Definición del tema de tesis. Revisión bibliográfica. Cursos cortos sobre aspectos que sean requeridos por los temas de investigación.

— Seminario III

La industria carbonífera y alternativas de desarrollo. La contratación minera en Colombia. Aspectos técnicos y financieros del sector carbón. Mercadeo. Repercusiones socio-económicas en la infraestructura y desarrollo integral del país. Legislación minera.

### 3.2 AREAS DE INVESTIGACION

#### AREA I. CARACTERIZACION GEOLOGICA DE YACIMIENTOS DE CARBON.

Estudio de los ambientes de depositación que originaron la formación de cuencas carboníferas, los métodos de prospección y estimación de reservas de combustible, selección de la calidad in situ: Caracterización de los yacimientos de carbón y su identificación en función del uso al que se va a destinar.

##### Líneas de Investigación:

- Estratigrafía y sedimentación de cuencas carboníferas.
- Las estructuras geológicas y la dinámica de los yacimientos.
- Correlación estratigráfica de yacimientos de carbón.
- Incidencias de la estructura geológica y la tectónica en la calidad y tipo de carbón.
- Clasificación de los carbones desde un punto de vista geológico.

##### Asignaturas Obligatorias:

- Estratigrafía - Sedimentología de Carbones. (Obligatoria I). Ambientes de depositación. Discontinuidades estratigráficas. Técnicas y cuantificación del análisis secuencial. La palinología en la datación geológica.
- Hidrogeología. (Obligatoria II). Componentes primarios del ciclo hidrológico. Elementos de hidrogeología de superficie. Teoría del flujo del agua en medios porosos y fracturados. Modelos de hidrología subterránea. El agua como degradan-

te de la estabilidad (Generación de esfuerzos, modificación de las características físico-mecánicas de los materiales). Instrumentación y medidas. Medios de control.

— Geología del Carbón. (Obligatoria III).

Origen y formación de carbón. Características de los mantos de carbón. Evaluación y prospección de yacimientos carboníferos. Métodos geofísicos en la explotación del carbón.

— Geología Estructural (Obligatoria IV).

Representación estadística y evaluación. Máximos y curvas de distribución. Sistematización de la información. El plegamiento, diaclasas, fisuras, y fallas en el cuadro estructural. Eventos tectónicos.

#### AREA II. ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EXPLOTACIONES DE CARBON.

En esta área se pretende integrar una serie de disciplinas fundamentales en el análisis de la estabilidad estructural de las obras realizadas en macizos rocosos, bien sea en labores subterráneas o superficiales, relacionadas con la explotación de carbón.

##### Líneas de Investigación:

- Modelización en las explotaciones de carbón.
- Influencia de factores hidrogeológicos sobre la estabilidad estructural de una explotación de carbón subterránea o en superficie.
- Influencia de la forma y extensión de la zona de descompresión sobre los patrones de desgasificación.
- Dinámica de macizos rocosos.

##### Asignaturas Obligatorias:

- Mecánica de Terrenos. (Obligatoria I). Fundamentos matemáticos. Modelos de comportamiento de medios continuos homogéneos e isotrópicos. La discontinuidad como factor degradante de la estabilidad. Métodos de caracterización y cuantificación de discontinuidad.
- Hidrogeología. (Obligatoria II). Componentes primarios del ciclo hidrogeológico. Elementos de hidrogeología de superficie. Teoría del flujo del agua en medios porosos y fracturados. Modelos



de hidrología subterránea. El agua como degradante de la estabilidad (Generación de esfuerzos, modificación de las características físico-mecánicas de los materiales). Instrumentación y medidas. Medios de control.

— Diseño Estructural de Explotaciones de Carbón. (Obligatoria III).

Factores geológicos e hidrogeológicos. Efectos de discontinuidades. Efectos hidrostáticos y sísmicos, métodos de análisis de la estabilidad. Instrumentación. Medidas. Mecanismos de estabilidad. Instrumentación. Medidas. Mecanismos de estabilidad. Análisis de casos concretos.

— Aplicaciones de los Métodos de Elementos y Diferencias Finitas. (Obligatoria IV).

Análisis de estructuras subterráneas. Simulación de discontinuidades. Influencia de la forma de las labores subterráneas. Estabilidad de taludes.

AREA III. CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA Y TRANSFORMACION DEL CARBON.

Esta área tendrá como objetivo fundamental el de obtener un conocimiento completo sobre el tipo, calidad, comportamiento y mejores usos de los diferentes carbones del país. Una determinación amplia de las características propias de cada carbón proporciona criterios de trabajo necesarios para la presentación de alternativas referentes a su utilización.

Líneas de Investigación:

— Combustión.

Esta línea de investigación comprenderá tanto estudios fundamentales como aplicados. Entre los fundamentales están los relacionados con la reactividad de carbones, la cinética de la combustión y los aspectos de transferencia de calor en combustibles. La parte aplicada considera entre otros tópicos las siguientes mezclas: carbón-aceite, sustitución de combustibles líquidos, desulfuración de carbones, técnicas de combustión (diferentes formas de contacto).

— Carbonización y subproductos.

En esta línea se estudiará el comportamiento de un carbón o mezcla frente a los procesos de destilación en seco a altas y bajas temperaturas: Rendimiento en materias volátiles y residuo sólido (semicoque), desarrollo de métodos de previsión de la calidad del coque.

— Transformación: Gasificación y Licuefacción.

Será objeto de interés para esta línea de investigación el estudio a nivel de laboratorio de parámetros condiciones de operación (presión, temperatura, catalizador, régimen estático y dinámico), que favorecen la transformación del carbón en combustibles gaseosos, combustibles líquidos y demás productos valorizables en la industria petroquímica y carboquímica.

Asignaturas Obligatorias:

— Carbonización y subproductos. (Obligatoria I).

La carbonización a alta temperatura. El coque: Técnicas industriales de coquización, métodos de previsión de calidad del coque y de rendimiento en subproductos. La carbonización a baja temperatura. Destilación de alquitranes y transformaciones ulteriores.

— Técnicas de combustión. (Obligatoria II).

Cinética de la combustión del carbón. Propiedades de las cenizas del carbón. Procesos de combustión. Generación de vapor a base de carbón. Combustión en lecho fluidizado.

— Gasificación de carbones. (Obligatoria III).

Técnicas de gasificación industriales y en experimentación. Estructura del carbón. Mecanismos superficiales fundamentales. Modelos de reacción de las partículas. Pirólisis, cinética y catálisis en la gasificación del carbón.

— Licuefacción de carbones. (Obligatoria IV).

Modelo cinético. Licuefacción directa. Mecanismos de reacción. Influencia de los solventes. Procesos de licuefacción.

Tesis de Grado:

El Director de Tesis asume la tutoría académica del candidato a optar el título, facilitando su introducción en los sectores tecnológicos especializados en función del tema de investigación. La tesis debe iniciarse en el segundo semestre (Seminario II), y concluirse en el tercer semestre.

4. REQUISITOS DE ADMISION

- Poseer título profesional en una carrera universitaria afín a las áreas de investigación del Postgrado, con escolaridad equivalente a diez semestres académicos.



- Poseer una hoja de vida, académica o profesional, aceptada por el Comité Asesor de Postgrado.
- Dedicar tiempo completo a las actividades del postgrado.

## 5. REQUISITOS PARA LA OBTENCION DEL TITULO

- Haber aprobado un mínimo de 46 U.T.A. incluida la Tesis. Las asignaturas y seminarios se aprueban con una calificación mínima de 3,5 en la escala de 0,0 a 5,0.

## 6. POSIBILIDADES DE FINANCIACION.

- Becas parciales o totales otorgadas por la Universidad Nacional de Colombia.
- Licencia remunerada de estudios, costado por las entidades públicas o privadas.
- Préstamos del ICETEX para estudios de postgrado en el país.

## 7. CURSOS DE EXTENSION.

El Postgrado Ciencia y Técnica del Carbón ofrecerá en primer lugar cursos de nivelación para estudiantes del Postgrado que lo requieran. Esto se hará sea con asignaturas del pregrado o con cursos especiales programados para tal fin.

Además se ofrecerán cursos de extensión con el fin de actualizar en las diferentes áreas a los profesionales del ramo. Estos cursos especiales serán dictados por los profesores de la Universidad y/o expertos vinculados a las entidades públicas o privadas, o expertos extranjeros que colaboren con el programa. Entre los temas podemos citar: Geoestadística; métodos de prospección; beneficio de carbones; gestión empresas mineras; mecánica y termodinámica de medios continuos; geofísica aplicada;

investigación operacional; sedimentología de carbones; combustión.

## 8. INFORMACION GENERAL

Para obtener información adicional dirigirse a:

- Director Académico  
Postgrado Ciencia y Técnica del Carbón  
Facultad Nacional de Minas  
Apartado Aéreo 1027  
Medellín, Colombia

Teléfonos: 234 56 90 - 234 01 00 - Extensión: 232

## 9. PERSPECTIVAS A MEDIANO PLAZO

Los recursos existentes en la Facultad, y los recursos provenientes del Convenio Universidad Nacional-ICFES-BID, permiten estructurar un Postgrado de alto nivel académico e investigativo.

La Facultad posee una gran experiencia en la formación de profesionales de los recursos minerales y energéticos; el Postgrado en Ciencia y Técnica del Carbón se inscribe en este plan. Este nuevo paso y su infraestructura deben conducir la institucionalización de un programa de Postgrado en Materias Primas Minerales y Energéticas, en donde el estudio del carbón sea solamente una opción en conjunto. La especialización en geología, minería y beneficio de minerales permitiría una mayor cobertura, además de ser lo suficientemente versátil para responder a las necesidades del país en cada ramo y atender a las coyunturas del desarrollo.

Esta es una idea que sólo podrá salir adelante con la estructuración del Postgrado en Carbones, pero con los recursos disponibles es perfectamente factible y contribuirá a esclarecer el panorama nacional, en cuanto al conocimiento, posesión y utilización de los recursos naturales no renovables en pro del desarrollo económico y social del país.