

Plan de Estudio Tecnólogo Minero

**Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias, Facultad de
Ingeniería
Universidad de la República**

2012

ANTECEDENTES y FUNDAMENTACIÓN

Las Ciencias Geológicas son una ciencia básica dedicada al estudio de la estructura y evolución de la Tierra y son esenciales para la exploración y explotación de recursos minerales. En países como Chile, Sudáfrica o Noruega la contribución de la minería al PBI oscila entre el 15 y 20%, siendo además una actividad que genera muchos puestos de trabajo, muchos de ellos calificados y de alta remuneración. En Uruguay, la Geología ha quedado históricamente relegada, ya que, actualmente, no se enseña en el ciclo de enseñanza secundaria, ni en la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU).

La minería ha surgido en los últimos años como una actividad ávida de mano de obra en todos los estadios de la cadena de investigación (prospección, exploración) y producción, pero lamentablemente el país no cuenta con suficientes profesionales y mano de obra calificada. Actualmente, son notorias las explotaciones mineras en actividad. Las actividades exploratorias actuales se encuentran localizadas en el triángulo Treinta y Tres – Minas - Cerro Chato, donde en un futuro cercano se concentrará el grueso de la actividad minera del país.

Uruguay no cuenta con antecedentes de formación específica en el área de minería a nivel Universitario, ni siquiera aún en temáticas afines. Existe una oferta terciaria en Artigas en el marco del Proyecto de Cooperación Uruguay –Brasil “Fortalecimiento de la Enseñanza Técnica Área Minería” firmado entre el Gobierno de la República Oriental del Uruguay y el Gobierno República Federativa del Brasil.

Cabe destacar que la ciudad de Treinta y Tres, surge como un centro neurálgico de la actividad minera del país debido a la cercanía con las operaciones mineras proyectadas en sus inmediaciones (ej. calizas para la producción de cemento portland, mineral de hierro). Así pues, constituye un acierto estratégico conformar la carrera de **Tecnólogo Minero** en esta ciudad debido a que es allí donde se espera la mayor demanda de recursos humanos por parte de la industria. Treinta y Tres se encuentra en el epicentro de una actividad en fuerte desarrollo que requiere cada vez más la generación y mejora de conocimientos específicos.

A la vez, Treinta y Tres se ubica en el límite de los terrenos Nico Pérez y Cuchilla Dionisio (Zona de Cizalla Sierra Ballena: Bossi & Gaucher, 2004, o Cinturón Dom Feliciano, Sánchez Bettucci et al., 2010), que son, y se propone continúen siendo, el foco de las actividades de investigación de los integrantes del grupo. Esta ubicación facilita los aspectos logísticos relacionados a trabajos de campo y provee de una base de operaciones para otros investigadores de la Universidad de la República.

La actividad minera constituye una clara línea de desarrollo económico y productivo en la región. Junto con este hecho también quedó plasmado, en las intervenciones de las autoridades gubernamentales del sector, la carencia que tiene nuestro país en relación a recursos humanos formados para abordar esta actividad productiva de una manera

responsable, sustentable y sostenible, es decir pensando no sólo en los aspectos económicos, sino en la articulación de los aspectos sociales y medioambientales, como camino ineludible para hablar de un verdadero desarrollo.

Los proyectos de investigación y experiencia profesional en el sector minero de la mayoría de los integrantes del equipo docente (provenientes de la Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias y Facultad de Ingeniería) involucran el estudio de unidades geológicas principalmente aflorantes en los departamentos de Lavalleja, Treinta y Tres, Maldonado y Rocha. Asimismo, cuentan con publicaciones, tesis de maestría y doctorado (de la mayoría de los integrantes del equipo) se concentran en ésta área.

OBJETIVOS DE FORMACIÓN

Formar egresados capaces de desempeñarse laboralmente en la industria minera, como consultores independientes o incluso en investigación científico-tecnológica.

En el ejercicio de su profesión el egresado podrá participar en las actividades de prospección, exploración y explotación de los recursos minerales, tanto en la planificación como en su ejecución. También podrá participar de la evaluación del impacto ambiental y aplicación normas de higiene y seguridad laboral para prevenir riesgos para la salud. Con este propósito el egresado deberá contar con una sólida formación en diferentes ramas del conocimiento para lograr interactuar con otras disciplinas relacionadas como ser: Matemática, Química, Física, Geología, Agronomía, Ingeniería, Derecho y otras.

En cuanto a las posibilidades de “movimiento vertical” del egresado, el plan de estudios propuesto tenderá a facilitar la continuidad de la formación en la carrera de Licenciado en Geología de Facultad de Ciencias una vez finalizada la carrera de Tecnólogo Minero.

PERFIL DE EGRESO

Sus egresados estarán capacitados para:

- Participar en las actividades de prospección y exploración de recursos minerales.
- Dirigir las actividades de extracción en mina o cantera.
- Participar en el proceso de beneficiación mineral
- Participar de la evaluación del impacto ambiental de emprendimientos mineros.
- Contribuir a la aplicación de normas de higiene y seguridad laboral en minería.

En cuanto a los alcances y límites de las competencias profesionales, cabe citar que la ley 17.718 sobre condiciones para el ejercicio de la profesión de Geólogo de 2003, la cual está aún en proceso de reglamentación. El proyecto de decreto reglamentario prevé para

la fase de explotación que un Licenciado en Geología actúe en el cálculo de reservas, descripción del yacimiento, plan de operaciones, elaboración de mapas geológicos, cálculo de taludes y elaboración de diversos informes ante las autoridades competentes. El Tecnólogo Minero, por tanto, estaría encargado de supervisar y/o llevar a cabo las actividades planificadas por los Geólogos, como ser: barrenado, muestreo de frentes, voladuras, supervisión de maquinaria, tareas de supresión de polvo, monitoreo de avance del frente de explotación, muestreo a boca de mina y diversas tareas en el proceso de molienda y beneficiación. Para la etapa de exploración, el proyecto de decreto reglamentario prevé que un Licenciado en Geología esté a cargo de la elaboración del plan de actividades, determinación taxativa de las sustancias a explorar, confección de mapas geológicos, formulación de servidumbres mineras, elaboración de modelos geológicos del yacimiento y diversos informes técnicos ante DINAMIGE (Dirección Nacional de Minería y Geología).

Las tareas propias de un Tecnólogo Minero, en la fase exploratoria, serían la construcción de trincheras y su muestreo, perforación de pozos por diversas técnicas y muestreo de los mismos, contribuir en la elaboración de mapas geológicos y dirigir las operaciones de canteras piloto. De manera similar, en la etapa de prospección el Tecnólogo Minero actuaría bajo la supervisión de un Licenciado en Geología, responsable técnico de las actividades prospectivas.

Respecto a los Ingenieros Agrimensores, cabe destacar que dichos profesionales están a cargo de la elaboración de planos de deslinde (permisos de prospección, exploración y concesión para explotar), mapas planialtimétricos (permisos de exploración y concesión para explotar) y mapas planialtimétricos de avance de los trabajos en concesiones para explotar. Mientras estos documentos están destinados para su presentación ante DINAMIGE, las tareas de relevamiento diario del avance de los frentes podrían ser realizadas por un Tecnólogo Minero. Estos mapas son principalmente destinados para uso interno de las empresas.

DENOMINACIÓN DEL TÍTULO

Tecnólogo Minero.

DURACIÓN DE LA CARRERA

La carrera tiene una duración de tres años, correspondientes a 272 créditos.

ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PLAN

Se buscará ajustar la propuesta curricular a los principios de calidad educativa, pertinencia y excelencia académica y social, integralidad de la formación, diversificación y continuidad de los estudios. (Art 6 de la ordenanza de grado).

Las unidades curriculares del ciclo básico serán brindadas en forma consecutiva permitiendo la articulación de la actividad docente con los Grupos instalados en otras sedes.

La carrera implica el dictado de una veintena de cursos que involucran a una docena de docentes especializados en las distintas áreas.

El currículo estará organizado por seis grandes áreas de conocimiento que agrupan el conjunto de las asignaturas a ser impartidas en la carrera de Tecnólogo Minero. Las asignaturas serán elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos por el plan para cada área del conocimiento, de modo de constituir un conjunto que posea una coherencia adecuada.

El perfil y selección de las asignaturas será flexible conforme a las áreas de interés del estudiante y será orientado por un tutor académico (designado por la Comisión de Carrera). Para obtener el título el estudiante deberá obtener un mínimo de 272 créditos.

AREAS	CRÉDITOS MÍNIMOS POR AREA
A Matemática, Física, Química	40
B Geología	70
C Prospección y exploración	40
D Explotación y Beneficiación	50
E Ambiental y Seguridad	20
F Humanística	20
Total	240

En el cuadro se explicitan las áreas de conocimiento o núcleos que integran el currículo y los créditos mínimos requeridos para cada una.

Todos los estudiantes de grado deberán completar al menos 10 créditos, del total de créditos del plan de estudios, en prácticas de formación en los ámbitos social y productivo y/o cursos afines a su formación impartidos por otros servicios universitarios, nacionales o extranjeros. (Ordenanza de grado Artículo 12).

- *Área Matemática, Física, Química*

El objetivo de esta área es el de aportar las bases necesarias para la comprensión de los principios que rigen la naturaleza y su aplicación práctica en la actividad minera. Es importante la incorporación de conocimientos en sucesiones y funciones, cálculo diferencial, entre otros temas. Asimismo, tener nociones de geometría del plano y del espacio para aplicaciones geológicas y mineras. Además, es fundamental la adquisición de los conceptos de Física y Química, como por ejemplo para entender los distintos compuestos de interés geológico. Se prevé la posibilidad de profundización mediante asignaturas optativas tales como: Profundización en Matemática (Álgebra lineal. Producto escalar y vectorial, Integrales múltiples. Funciones de varias variables); Física II (Electromagnetismo. Cargas y campo eléctrico. Potencial. Corriente eléctrica. Campo magnético. Ondas y Física Moderna) y Química Inorgánica (Núcleo Atómico. Radiactividad), principalmente para estudiantes orientados a la docencia, investigación o aquellos que deseen continuar sus estudios luego de finalizada la carrera.

- *Área Geología*

Esta área tiene como objetivo introducir al estudiante al estudio de los procesos geológicos y sus productos, que actúan y modelan al planeta Tierra. Las asignaturas que pertenecen a esta área incluyen herramientas teóricas para el estudio de la Estructura interna de la Tierra. Elementos de Mineralogía. Ciclos Geológicos. Identificación de Minerales y Rocas en muestras de mano y con lupa. Manejo de documentos cartográficos. Interpretación de litologías y estructuras sobre la base de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Técnicas de campo, levantamiento, procesamiento y representación de datos geológicos. Metodología de la Investigación Científica.

Se considera fundamental que el estudiante esté familiarizado con las distintas unidades que componen la Geología del Uruguay. Así también, que conozca en detalle los procesos formadores de yacimientos minerales y sus clasificaciones.

- *Área Prospección y Exploración*

A través de esta área se pretende capacitar al estudiante para su participación en las actividades de exploración y prospección, entre las cuales se cuentan: cateos con retroexcavadora, construcción y métodos de muestreo. Perforaciones: métodos. Elementos de perforación con diamantina y de circulación inversa. Descripción y almacenamiento de testigos y cuttings. Consideraciones medioambientales. Prospección aluvionar. Prospección geoquímica en suelos, rocas y aire. Diseño de mallas de muestreo. Tamaño de muestras representativas. Prospección Geofísica. Prospección aplicando la técnica de sensores remotos. Conceptos y fundamentos básicos de teledetección. Principios de la interpretación y procesamiento de imágenes. Introducción y aplicaciones geológicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

- *Área Explotación y Beneficiación*

Es fundamental que por medio de esta área el estudiante se familiarice con los métodos extractivos de la industria minera, tanto de minería subterránea como a cielo abierto. Barrenado. Voladuras. Métodos de arranque: palas excavadoras, dragalinas. Carga y transporte. Camiones y cintas transportadoras. Métodos de minería subterránea. Acompañando la explotación, la beneficiación o tratamiento de minerales es vital para el desarrollo de la mayoría de los proyectos mineros. Se enumeran: Propiedades de los minerales que permiten su separación. Análisis granulométrico y tamizado. Métodos de molienda. Métodos de separación magnética en laboratorio y a escala industrial. Separación electromagnética. Métodos de separación gravimétrica. Ciclones. Flotación.

- *Área Ambiental y Seguridad*

El objetivo de esta área es brindar las nociones básicas que permitan apoyar estrategias de desarrollo sustentable a la actividad minera y de esta forma mitigar el impacto en el medio ambiente, tales como: contaminación de aguas superficiales y subterráneas; selección de sitios para la disposición de residuos; herramientas técnicas y legales para la gestión ambiental. Por otro lado, el estudiante deberá estar familiarizado con las normas de seguridad e higiene para trabajar en Minería. Estas normas se caracterizan por una alta exigencia, debido al riesgo potencial que la actividad minera implica. Se encuentra vinculados a esto temas tales como los riesgos geológicos.

- *Área Humanística*

En esta área el estudiante podrá conocer la base legal de la minería en Uruguay. Código de Minería. Permisos. Servidumbres. Nociones de derecho ambiental y laboral. Debido a que gran parte de las empresas en minería provienen del extranjero y que las publicaciones especializadas no están en español, es fundamental conocer Inglés técnico para desenvolverse en el rubro. También la mayoría de la bibliografía, de los cursos, es en inglés. Para ampliar la formación del estudiante se propone ofrecer como optativa la materia de Epistemología (Filosofía de la Ciencia), Métodos de investigación (Introducción a la actividad de investigación). Se pueden considerar también como optativas: Redacción de Informes y Proyectos; Comunicación Científica, etc.

- *Pasantía*

Se prevé la realización de una pasantía en empresas públicas o privadas, como condición para el otorgamiento del título. Dicha pasantía estará vinculada a cualquiera de las temáticas tratadas en una de las tres áreas siguientes: Prospección y Exploración, Explotación y Beneficiación o Ambiental y Seguridad. La pasantía permitirá al estudiante tener sus primeras experiencias con la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos y se le otorgarán al estudiante 15 créditos por su realización.

Requisitos para la realización de la pasantía:

- Presentación de un proyecto de pasantía avalado por un tutor académico y un co-tutor o responsable inmediato en la institución donde se realizará.
- Aprobación del proyecto de pasantía por la Comisión de Carrera.
- Luego de realizada la actividad se presentará un informe detallado de la pasantía, que será evaluado por un tribunal designado a tales efectos.

ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

A lo largo de la carrera se hará especial énfasis en la formación práctica y se promoverá enfoques aplicados en cada una de las áreas. La orientación principal de la enseñanza radicará en fomentar el desarrollo de las capacidades potenciales de los estudiantes para desenvolverse de forma sólida en el amplio campo de la minería.

A modo de ejemplo se presenta la siguiente trayectoria sugerida de la carrera de Tecnólogo Minero, en función de un ingreso a partir del CIO:

Trayectoria sugerida:

Primer Semestre	Area
Introducción a la Universidad	F
Cálculo	A
Geología Básica I	B
Química I	A
Segundo Semestre	
Geometría	A
Física Mecánica	A
Geología Básica II	B
Cartografía y Topografía	B
Tercer Semestre	
Descripción de Rocas y Minerales	C
Perforaciones y Cateos	C
Explosivos y voladuras	D
Optativa	
Cuarto Semestre	
Métodos de Prospección	C
Geoquímica aplicada	C
Recursos Minerales	B
Optativa	
Quinto Semestre	
Maquinaria de Minas	D
Explotación de Yacimientos	D
Inglés Técnico	F
Beneficiación	D
Sexto Semestre	
Geología del Uruguay	B
Derecho Minero	F
Seguridad e Higiene	E
Pasantía	C, D o E