

## PROGRAMA - AÑO 2022

<b>Espacio Curricular:</b>	<b>G 303 Geología de combustibles nucleares</b>		
<b>Carácter:</b>	Obligatoria	<b>Período:</b>	1º semestre
<b>Carrera/s:</b>	Licenciatura en Geología, Ciclo Orientado		
<b>Profesor Responsable:</b>	Dra. Mariana Raviolo		
<b>Equipo Docente:</b>			
<b>Carga Horaria: 80 horas</b>			
<b>Requisitos de Cursado:</b>	Tener aprobada Geología de yacimientos minerales Tener aprobada Geoquímica Tener aprobada Geofísica		

### 1-EXPECTATIVAS DE LOGRO

Desarrollar un adecuado conocimiento de las distintas etapas del ciclo productivo del uranio y del ciclo del combustible nuclear asociado. Adquirir conceptos fundamentales sobre minerales radioactivos; sus procesos genéticos y los tipos de yacimientos. Analizar los métodos de prospección, exploración y explotación. Brindar un panorama actualizado a nivel mundial sobre la geología y los depósitos de uranio, los proyectos y técnicas específicas de exploración, los recursos existentes y los niveles de producción.

### 2-DESCRIPTORES

Los elementos radioactivos, su presencia y distribución en el planeta. Los minerales radioactivos, sus características físicas, químicas y los modelos genéticos. Metodologías de prospección y exploración. Métodos de muestreo. Evaluación cualitativa y cuantitativa de reservas. Identificación de acciones y condiciones en que se pueden generar impactos y en qué medios, durante las distintas etapas del desarrollo de un proyecto. Aplicaciones de los minerales radioactivos y sus derivados. Aspectos legales y regulaciones de orden provincial, nacional e internacional. Marco legal que regula la actividad de prospección y explotación de los minerales radioactivos. Cuidado del ambiente durante las diversas etapas: informes de impacto ambiental, procedimientos de monitoreo y remediación. Muestreos de agua y suelo.

### 3-CONTENIDOS ANALÍTICOS

#### Unidad 1

Los elementos radioactivos, su presencia y distribución en el planeta. Minerales radioactivos; geoquímica del uranio y del torio. Características físicas y químicas. Geología del uranio. Tipos geológicos de depósitos. Distribución mundial de depósitos de uranio. Base de datos UDEPO (IAEA). Roca fuente y roca hospedante. Anomalías radiométricas e indicios. Modelos genéticos para uranio: Depósitos relacionados a discordancias, uranio en areniscas, vetiformes, metasomáticos, complejo de brechas, intrusivos, asociados a vulcanismo, asociados a conglomerados cuarzosos, de uranio superficial, de colapso de brechas pipe, asociados a

fosforitas y los asociados a lutitas bituminosas y agua de mar.

## **Unidad 2**

Metodologías de prospección. Anomalías e indicios. Emisión alfa, beta y gamma. Radiometría espectrométrica y total. Prospección radiométrica pedestre, autotransportada y aérea. Prospección geoquímica estratégica, detallada y táctica. Prospección geofísica. Sondeos Eléctricos Verticales. Método de resistividad magneto-telúrica, natural e inducida. Emanometría. Otros aspectos de las materias primas nucleares. Recursos antropogénicos del ciclo del combustible nuclear. Consideraciones sobre el torio como materia prima nuclear.

## **Unidad 3**

Exploración mediante trincheras, destapes, laboreos mineros y perforaciones. Control geológico en perforaciones exploratorias y de producción minera. Perfilaje de pozos. Técnicas radiométricas gamma. Resistividad, potencial espontáneo, sísmico y neutrónico. Métodos de muestreo. Explotación.

## **Unidad 4**

Recursos convencionales y no convencionales de uranio. Esquemas clasificatorios. Métodos mineros y de procesamiento. Mercado del uranio. Evaluación y cálculo de reservas de uranio. Sistemas y criterios de clasificación de recursos y reservas. Métodos clásicos de estimación de recursos. Métodos de muestreo.

## **Unidad 5**

Identificación de acciones y condiciones en que se pueden generar impactos y en qué medios durante las distintas etapas del desarrollo de un proyecto. Cuidado del ambiente durante las diversas etapas: informes de impacto ambiental, procedimientos de monitoreo y remediación. Muestreos de agua y suelo según normas de la Comunidad Europea, manual de Criterios de las Naciones Unidas y agencias Norteamericanas. Parámetros de la OMS, que son tenidos en cuenta en el Código Alimentario Argentino. Rigurosidad en los parámetros elegidos.

## **Unidad 6**

Ciclo del combustible nuclear y ciclo productivo del uranio. Análisis de sus principales componentes. Aplicaciones y usos de los minerales radioactivos y sus derivados. Medicina. Ambiente. Industria. Energía. Alimentos. Estudio de casos.

## **Unidad 7**

Aspectos legales y regulaciones de orden provincial, nacional e internacional. Ley N° 24.498 (Reforma del Código de Minería) y Ley N° 24.585 (Protección Ambiental de la Actividad Minera). Definiciones y regulaciones para las materias primas nucleares del Organismo Internacional de Energía Atómica, aspectos ambientales y de seguridad en la exploración y producción de las Normas de la ARN. Estudios de caso a nivel mundial. Recursos de uranio y generación nucleoelectrónica en América Latina. Uranio y energía nuclear en Argentina.

## **Trabajos Prácticos, cada uno tendrá su respectiva rúbrica:**

Con el material bibliográfico de cada tema, los videos y material de divulgación proporcionado en cada clase:

- T.P. 1.- Elaborar una **línea de tiempo** con los principales sucesos referidos al descubrimiento de la radiactividad. Utilizar *timetoast* o similares, compartir el link en la plataforma.
- T.P. 2.- Realizar un **Mapa mental** donde se representen los principales tipos de yacimientos uraníferos y sus características más importantes. Utilizar *mindomo* o similares.
- T.P. 3.- Crear una **infografía**, basada en los conceptos de prospección, exploración y explotación, con sus particularidades y métodos más destacables. Utilizando *canva* o similares.
- T.P. 4.- Análisis de casos reales, comparación entre los ejemplos mundiales de las principales minas de uranio, en cuanto a reservas, métodos de explotación, tipos de yacimientos, etc.
- T.P. 5.- Impacto Ambiental: análisis de ejemplos concretos como Chernobyl y Fukushima. Leer material bibliográfico, responder cuestionarios.
- T.P. 6.- Análisis de casos: PRAMU (Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio), Sitio Malargüe y Sierra Pintada, Mendoza.
- T.P. 7.- Usos y Aplicaciones. Elaborar una **ruleta de palabras** utilizando vocabulario y los conceptos adquiridos en esta unidad. Utilizar *educaplay*.
- T.P. 8.- Marco legal. Parámetros en agua, aire, suelo. Crear una **nube de palabras** con el contenido de la unidad. Elaborar un **Glosario** con términos específicos.

### Viajes de Campo

Visita al Complejo Minero Fabril Sierra Pintada, manifestaciones uraníferas existentes en el ámbito de la provincia, reconocimiento de roca fuente, roca hospedante y el modelo metalogénico para los minerales de uranio presentes en el yacimiento.

### Laboratorio

Se planea realizar una visita al laboratorio de la sede Regional en la ciudad de Mendoza.

Tanto para la visita al sitio, como para el laboratorio, se han iniciado las gestiones pertinentes con la Lic. Romina Farina, responsable de la Regional Mendoza (CNEA), quien ha manifestado predisposición para autorizar la solicitud.

### 4-BIBLIOGRAFÍA (Indique Autor/es, Título, Editorial, Edición, Año)

- Cuney, M. & Kyser, K. (2008). "Recent and not-so-recent developments in uranium deposits and implications for exploration". Mineralogical Association of Canada. Short Course Series, volumen 39. Quebec City, Quebec. Series Editor Robert Raeside.
- López, L. (2020). "Uranium In Argentina: Resources, Demand And Perspectives For Nuclear Supply".
- López, Luis and Slezak,Jan (2014). "Technological transfer on in situ leaching (ISL) mining: A more sustainable alternative for uranium production in Argentina".
- Uranium Ore Deposits. F.J. Dahlkamp, Springer-Verlag, 1993.
- Ley 24.585 (Protección Ambiental de la Actividad Minera).
- Código Alimentario Argentino (Ley Nacional N° 18.284).
- Curso "Uranio Para La Generación Nucleoeléctrica", MSc. Luis López.
- "Uranium 2020: Resources, Production and Demand". A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency.

### Páginas oficiales:

<https://www.iaea.org/es>

<https://www.na-sa.com.ar/es>

<https://www.argentina.gob.ar/cnea>

**5-METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN DURANTE EL CURSADO** (Describe brevemente la metodología de enseñanza y recursos didácticos a utilizar, tanto para las clases teóricas como para las prácticas. Indique el sistema de evaluación del espacio curricular, en el que se contemplen por ej.,

*metodologías de evaluación, cantidad y calidad de las evaluaciones parciales de proceso y evaluación final (examen oral o escrito, práctica integradora, presentación de trabajos, monografías, coloquios, etc.)*

**CLASES TEÓRICAS:** Desarrollo de los conceptos teóricos que son fundamentales para abordar cada unidad temática de la materia. Se incluirán charlas dictadas por profesionales especialistas en ciertas temáticas. Las clases teóricas incluirán la utilización de presentaciones de tipo Power Point y videos. La idea de la exposición es inducir a la participación del alumnado. En algunos temas se planteará la metodología "clase invertida", incentivando a los alumnos a investigar y exponer ante el resto de la clase el tema, de manera de favorecer además el debate e intercambio de ideas.

**CLASES PRÁCTICAS:** serán una combinación de lo visto en clase teórica junto con ejercicios prácticos. Elaboración de trabajos tipo monografías, sobre temas puntuales. El objetivo es reforzar la información planteada en clase teórica de manera de afianzar el conocimiento. Según el tema, se utilizarán herramientas como el mapa mental, una infografía, crear un blog, etc, a fin de aplicar el tema a una tarea creativa y diferente, que tendrá una rúbrica particular para evaluarla.

**PARCIALES:** Dos evaluaciones parciales con su respectivo recuperatorio.

## **6- CONDICIONES DE REGULARIDAD TRAS EL CURSADO** *(Indique los requisitos que deberá cumplir el estudiante para adquirir la condición de alumno regular, tales como porcentaje de asistencia, aprobación de prácticos y evaluaciones, etc.)*

Son requisitos para que un alumno sea considerado regular:

Asistir al 50% de las clases (ordinarias y recuperatorias) teóricas.

Cumplir con la asistencia al 80% de las clases prácticas.

Aprobar todos los trabajos prácticos. Se calificarán como "aprobados" con 60 %.

Aprobar los exámenes parciales de carácter teórico-práctico con 60 %.

### **Recuperatorios:**

Parcial: 2 oportunidades.

Práctico: 1 oportunidad, hasta 2 trabajos prácticos.

## **7- SISTEMA DE APROBACIÓN Y/O PROMOCIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR**

*(Describa los requisitos que deberá cumplir el estudiante para aprobar y/o promocionar el espacio curricular. Especifique condiciones para alumnos regulares y libres.)*

**PROMOCIONABLE** *(Marque con una cruz la respuesta correcta)*

SI

NO

X

**Dra. Mariana Raviolo**