

CICLO DE COMPLEMENTACION CURRICULAR DE LICENCIATURA EN TECNOLOGIA NUCLEAR

ANEXO ÚNICO

1. Denominación

Ciclo de Complementación Curricular de Licenciatura en Tecnología Nuclear.

2. Finalidad

Desde hace más de 60 años, a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la República Argentina ha desarrollado e impulsado el uso pacífico de la Tecnología Nuclear. A partir de la puesta en operación de la Central Nuclear Atucha I, Argentina se sitúa, dentro de la región, a la vanguardia en la producción de energía de origen nucleoelectrónico.

Asimismo, la Argentina posee la tecnología para desarrollar y construir Reactores Nucleares de Investigación y Desarrollo, algunos de los cuales ya han sido instalados en el país, como así, otros en el extranjero. A través de la construcción del Reactor Multipropósito RA-10 se aumentará la producción de radioisótopos. A su vez, se está en pleno proceso de construcción de un diseño avanzado en la Central Nuclear Modular de Potencia en el marco del proyecto CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares). Este reactor, de diseño y construcción nacional, marcará otro hito en la Industria Nuclear Argentina. La Argentina posee la capacidad de proyectar, diseñar, construir y vender equipos y reactores de investigación (INVAP) a otros países.

Por otro lado, se encuentran avanzadas las tratativas para la instalación de dos nuevas centrales nucleares para la generación de energía eléctrica, a través del proyecto de una tercer y cuarta central en el Complejo Nuclear de Atucha, localizada en ciudad de Lima, provincia de Buenos Aires.

El uso de las radiaciones ionizantes en Medicina Nuclear y el Diagnóstico por Imágenes, también es parte de la capacidad nacional en la temática. La producción de radioisótopos de usos médicos, el desarrollo de complejos sistemas de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, extienden las aplicaciones de la Tecnología Nuclear.

Industrialmente, como consecuencia del desarrollo de todo el ciclo del Combustible Nuclear, se han creado industrias que capaces de gestionar tecnologías de punta en materiales y

aleaciones. El uso de métodos de ensayos no destructivos, como la Gammagrafía Industrial y el uso de la irradiación, a través de plantas como la del Centro Atómico Ezeiza, para esterilización o para la industria alimenticia, se ha diseminado el uso de las Tecnologías Nucleares a la industria tradicional.

Considerando la aplicación de la Tecnología Nuclear en Centrales Nucleares, Reactores Nucleares de Investigación y Desarrollo, Aceleradores de partículas, Plantas de producción de radioisótopos, Plantas de irradiación, Complejos Mineros, Centros de Radioterapia, Centros de Medicina Nuclear, Instalaciones de gammagrafía industrial, Laboratorios de radioinmunoanálisis, entre otros, se hace evidente la necesidad de profesionales con sólidos conocimientos en la temática.

En este contexto, la Licenciatura en Tecnología Nuclear pretende formar profesionales que sean capaces de desenvolverse en las complejidades de la utilización de la Tecnología Nuclear con usos pacíficos, así como también desarrollar nuevas tecnologías relacionadas con la temática. La formación de profesionales calificados permitirá mantener el nivel de excelencia requerido para esta actividad.

La Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) perteneciente a la Universidad Nacional de Rosario (UNR), cuenta con un Instituto de Estudios Nucleares y Radiaciones Ionizantes (IENRI) que posee el RA-4, un Reactor Nuclear de Experimentación, Entrenamiento, Formación y Divulgación, lo que hace que esta Unidad Académica sea propicia para la formación del personal altamente calificado.

3. Objetivos

Formar profesionales especializados en tecnologías nucleares capaces de:

- Contribuir a la innovación y el desarrollo de la tecnología nuclear aplicada en Centrales de generación nucleoelectrónica, Centros de Investigación, Centros de Medicina Nuclear y diagnóstico por imágenes, Centros de producción de radionucleidos y en la Industria en general.
- Proponer técnicas y procedimientos para la optimización del uso de la Tecnología Nuclear con fines pacíficos.
- Desempeñarse eficazmente en el control de los riesgos asociados al uso de la tecnología nuclear.

- Gestionar proyectos interdisciplinarios relacionados con la temática ante escenarios complejos y cambiantes.
- Contribuir a la sustentabilidad y a la protección ambiental a través de las Tecnologías Nucleares.

4. Destinatarios

Egresados del nivel terciario provenientes de Instituciones oficiales o privadas reconocidas por los Ministerios de Educación correspondientes, que posean título de Técnico Superior en Reactores Nucleares o Técnicos superiores similares cuyo plan de estudios reúna los siguientes requisitos:

- Organización Curricular del Título Terciario: estructura del plan de estudio organizado por asignaturas, materias, disciplinas, núcleos, talleres o seminarios.
- Carga horaria mínima: 1800 (mil ochocientas) horas reloj (2-3 años).

5. Acreditación

Quienes hayan aprobado los requisitos establecidos en el presente plan de estudios obtendrán el título de grado de ***Licenciado/a en Tecnología Nuclear***.

6. Perfil del Egresado

El Licenciado en Tecnología Nuclear reúne capacidades para desempeñarse en funciones derivadas tanto de la industria nuclear como del uso de la energía nuclear y su transformación. Reunirá las competencias necesarias para gestionar los recursos necesarios que permitan la operación y el mantenimiento de equipos que posean tecnología nuclear. Podrá realizar controles y evaluaciones en centrales nucleares de potencia, reactores nucleares de investigación y desarrollo y en su ciclo de combustible, observando las normas de seguridad para los trabajadores, las instalaciones, los equipos, el público en general y el medio ambiente.

Será capaz de desempeñarse tanto en ámbitos industriales, plantas generadoras de electricidad, como así también en ámbitos académicos y/o de investigación.

7. Alcance del Título

El egresado ha desarrollado capacidades para:

- Analizar, criticar y proponer soluciones a problemas relacionados con el área de temática nuclear.
- Participar en proyectos de investigación, desarrollo y/o innovación interdisciplinarios relacionados con la temática.
- Elaborar documentación técnica: recopilar y analizar la documentación técnica tales como hojas de procesamiento de datos, análisis estadísticos, normas de seguridad, etc.
- Planificar, ejecutar y supervisar procedimientos de seguridad radiológica.
- Coordinar trabajos en mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos en equipos de tecnología nuclear.
- Operar de forma segura equipos e instalaciones de centrales nucleares, reactores nucleares de Investigación y desarrollo y dispositivos relacionados con la temática nuclear.
- Planificar, ejecutar y supervisar procedimientos de Seguridad Radiológica.

8. Organización Curricular

El plan de estudios se encuentra organizado en 2 (dos) años, con una carga horaria total de 885 horas. Se integran espacios curriculares y una Tesina que incluye los diferentes niveles alcanzados en su formación.

8.1. Asignaturas y delimitación de los contenidos

1.1.1. Aplicaciones de la Tecnología Nuclear

Introducción a los Reactores Nucleares. Reactores Nucleares de investigación, formación y desarrollo. Clasificación. Disponibilidad. Funcionamiento. Descripción. Reactores Nucleares Argentinos.

Aplicación de radioisótopos y radiaciones. Trazadores y fuentes selladas. Metrología de radioisótopos. Técnicas analíticas nucleares y relacionadas.

Fluorescencia de rayos X y PIXE. Radioisótopos de reactor. Metodología e Instalaciones. Radioisótopos de ciclotrón. Producción de Co-60 para fuentes intensas de radiación. Procesos por radiación. Preservación de alimentos. Radio descontaminación. Radio esterilización. Irradiación de material biomédico. Esterilización de Tejidos humanos Tratamiento de polímeros. Tratamiento de efluentes. Trazadores radiactivos en la industria.

Aplicación de fuentes selladas: gammagrafía, equipos de medición y control. Aplicaciones de Rayos X. Neutrografía. Uso de radioisótopos en diagnóstico y tratamiento.

1.2.1. Introducción a la Comunicación Académica

Dónde empieza y cuándo termina: la investigación, el investigador y el ciclo de producción científica. Tipos de comunicación científica: la comunicación oral y la comunicación escrita. Normas de citación internacional. Búsqueda de bibliografía técnica científica. Formatos de presentación para la comunicación científica: IEEE, ICONTEC, LateX. Estructura, tipo y organización de una reunión científica. Cómo elaborar comunicaciones orales y posters. Las reglas de oro del comunicador experto. El proceso de presentación de un trabajo científico: preparación, proposición y proceso de selección.

¿Cómo se escribe un artículo original? Otros formatos de artículos: casos clínicos, revisiones, editoriales, artículos cualitativos.

1.3. Protección Radiológica y Seguridad Nuclear

Protección Radiológica. Fisión. Radiaciones. Interacción de la radiación con la materia. Seguridad. Dosimetría. Riesgo debido a la Radiación. Efectos estocásticos. Protección Radiológica. Protección Ocupacional. Sistemas de Protección. Prevención y protección del público y de los trabajadores. Descargas atmosféricas de materiales radioactivos.

Transporte de material radiactivo. Documentación regulatoria. Seguridad Física. Gestión de fuentes selladas. Desmantelamiento de instalaciones.

Seguridad Nuclear. Riesgos de contaminación y de irradiación nuclear. Productos de fisión. Productos de activación del medio refrigerante. Productos de activación de los materiales estructurales. Productos de activación del aire. Seguridad de reactores nucleares. Permiso de operación y construcción. Seguridad de Instalaciones con tecnología nuclear. Blindajes.

1.4.1. Desarrollo Personal en las Organizaciones

Liderazgo. Nuevos desafíos en el mundo del trabajo. Nuevos paradigmas. Valores en el liderazgo. Estilos de liderazgo.

Visión personal. Autoconocimiento: Autoconocimiento y liderazgo. Modelos mentales. Auto motivación: herramientas. El indicador de tipos de Myers-Briggs (ITBM).

Fortaleza Emocional. Emocionalidad y efectividad. Empatía. Qué es y cómo desarrollarla. Aprender a liderar las emociones. Resistencia al cambio: cómo superarlo

Competencias Conversacionales. Hablar con poder. Escuchar con profundidad. Saber indagar. Entrar en sintonía. Conversar en forma constructiva.

Efectividad interpersonal. Las redes de relaciones. Acordar compromisos. Saber pedir – Influencia. Generar confianza. Gestión de las diferencias. Gestión de las contingencias. El reclamo como accionar productivo.

1.5.2. Materiales Nucleares

Propiedades de los materiales: Forma, Tenacidad, Dureza, Ductilidad, Fragilidad. Conducción de la electricidad, Dilatación, efectos producidos por el calor. Terminación superficial. Esfuerzos y Tensiones. Fatiga. Ensayos tracción, dureza y charpy. Efectos en cañerías y componentes. Materiales utilizados en un Reactor. Aceros tipos, aleaciones de Zircaloy, Materiales absorbentes de neutrones. Tipos de vainas, configuración de los elementos combustibles. Materiales utilizados en proyectos CNA II y CNA III. Efecto de las radiaciones y la temperatura. Efecto Creep. Aleaciones especiales. Corrosión. Vida útil de los componentes nucleares. Envejecimiento de los materiales. Programas de evaluación de la vida útil de una planta nuclear. Ensayos. Reactores sustitutos.

1.6.2. Estudio del Comportamiento de las Organizaciones

Comportamiento Organizacional. Su desarrollo. Revolución Industrial. Frederick Taylor y Fayol. Diferencias y similitudes. Las relaciones humanas. Satisfacción y motivación. Abraham Maslow. Teoría x e y. Frederick Herzberg. Sistema social. Cultura organizacional. Naturaleza de las actitudes. Comportamiento Organizacional 2.0.

Estructura de la Organización. Diseño. Efecto en personas y grupos. Proceso de Toma de Decisiones. Identificación de problemas, Evaluación, selección y desarrollo de alternativas. Valores, Personalidad, Propensión al riesgo, Posibilidad de disonancia. Toma de decisiones personales y en grupo. Creatividad.

Resolución de Conflictos. Esquema de negociación. Modelo de suma cero. Modelo de Harvard.

Procesos de capacitación, desarrollo y evaluación. Evaluación de desempeño. Procesos de comunicación. La comunicación en las organizaciones. Redes. Formal e informal. Reuniones. Su

conducción. Estrategia de Recursos Humanos. Prioridades. Misión. Visión. Valores. Comprender las diferencias entre cultura y clima laboral. La Innovación para crecer y crear valor. Innovación y Creatividad.

1.7.2. Detección de las Radiaciones e Instrumentación Nuclear

Instrumentación. Señales analógicas y digitales. Clasificación y objetivos de la Instrumentación en Reactores de Potencia. Documentos y Normas. Redundancia, diversidad y segregación. Falla única, falla dependiente, confiabilidad, disponibilidad.

Canal de arranque, canal de marcha. Sistema de enclavamientos y sistema de seguridad. Límites de seguridad.

Detección de radiación alfa, radiación beta, radiación gamma, radiación neutrónica, tritio, gases nobles, yodo y aerosoles. Detectores. Cámaras de Ionización. Contadores proporcionales. Cámaras de fisión. Geiger-Müller. Dosímetros personales. TLD y EPD. Irradiación y respuesta de los distintos dosímetros. Mediciones, análisis y control del cuerpo. Calibración de detectores. Test de superficie. Evaluaciones de campo y de fondo. Casillas de monitoreo ambiental. Toma, procesamiento y medición de muestras. Vías posibles de irradiación/incorporación del público por emisiones.

2.8.1. Gestión de Proyectos

Administración de proyectos. Ciclo de Vida del Proyecto y la Organización. Dirección de Proyectos. Gestión de la Integración, el Alcance, la Calidad, los Recursos Humanos, las Comunicaciones, los Riesgos, las Adquisiciones, los Interesados de un Proyecto. Procesos y actividades involucrados.

Evaluación y formulación de Proyectos de Inversión. Conceptos contables y análisis financiero. Evaluación de proyectos y problemas de aplicación.

2.9. Centrales Nucleares y Redes Eléctricas

Generación de energía eléctrica. Centrales termoeléctricas convencionales: Diesel, Gas, Ciclo combinado. Hidroeléctricas. Aerogeneradores. Solares. Centrales Nucleares de Potencia. Funcionamiento. Circuitos Principales. Utilización de agua pesada y uranio natural, o de agua liviana y uranio enriquecido. Uranio levemente enriquecido.

Reactores de agua liviana (LWR): reactor de agua a presión (PWR), reactor de agua en ebullición (BWR), supercriticalwater reactor (SCWR). Reactores de agua pesada (HWR): reactor CANDU (PHWR), Central Nuclear Embalse, Central Nuclear Atucha I, Central Nuclear Atucha II. Reactores RBMK. Reactores refrigerados por gas: reactor Magnox, reactor UNGG, reactor refrigerado por gas avanzado (AGR). Reactores rápidos. Reactores de cuarta generación. Reactor CAREM.

Suministro y deposición en Centrales Nucleares. Minería del uranio. Extracción, medidas ambientales. Procesamiento del uranio. Conversión. Enriquecimiento, elementos combustibles. Gestión de los combustibles. Utilización. Almacenamiento post-utilización. Disposición final. Reservas, alternativas a futuro.

Transmisión de energía. Energía. Conversión de la energía. Centrales de base, de punta, de bombeo. Sistema eléctrico. Sistema Eléctrico Argentino. Red de transporte. Red de distribución. Sistema de supervisión, control y seguridad. Microredes. Generación distribuida.

Estadísticas. Análisis de la producción de energía eléctrica y de los sistemas de generación de energía.

2.10.1. Intervencionismo y Emergencias

Accidentes e incidentes nucleares. Escala INES. Accidentes en centrales nucleares de potencia. Ataques a centrales nucleares de potencia. Accidentes e incidentes relacionados con la radiación. Prevención de accidentes de criticidad. Factor de multiplicación efectivo. Prevención de

accidentes de criticidad. Estado de un sistema fisionable. Parámetros críticos. Control de la criticidad. Márgenes y coeficientes de seguridad. Sistemas rápidos y moderados. Accidentes de criticidad. Intervencionismo. Contramedidas. Marco Normativo. Protección radiológica aplicada a la intervención. Dosis proyectada y evitada. Acciones remediadas. Emergencia. Aspectos temporales. Zonas de emergencia. Niveles de intervención. TRIAGE. TRIAGE radiológico. Respuesta médica en una emergencia radiológica o nuclear. Diagrama de evaluación radiológica. Descontaminación. Plan de emergencia. Monitoraje de un accidente. Comunicación con el público. Cooperación internacional.

2.11.1. Energía Nuclear y Sociedad

Imagen institucional. Licencia Social. Comunicación y su importancia. Difusión. Medios de comunicación. Redes sociales en la comunicación. Relaciones con Instituciones / ONG / Empresas. Responsabilidad social. Manejo del lenguaje.

2.12.2. Tecnología Nuclear y Medio Ambiente

Medio ambiente y desarrollo sustentable. Ecosistemas. Recursos renovables, potencialmente renovables, no renovables. Biodiversidad. Contaminación. Análisis de riesgos. Tratamiento. Marco normativo.

Residuos radiactivos. Gestión de residuos radiactivos. Almacenamiento. Sistemas de disposición. Repositorios geológicos profundos. Situación global, regional y local. Criterios operativos. Combustibles gastados. Tratamiento de residuos de aplicaciones médicas. Marco regulatorio. Residuos de centrales convencionales. Competitividad y costos. Análisis de riesgos.

Evaluación de impacto ambiental. Alteración. Gestión de impacto ambiental. Política ambiental. Derecho ambiental. Marco normativo.

2.13.2. Taller de Tesina

El contexto del problema, justificación y alcances. Definición del tema. Selección, formulación y delimitación del problema de investigación. Ubicación del problema dentro del contexto teórico. Aspectos a tener en cuenta para objetivos concretos, “medibles” y realizables. Hipótesis: tipos y formulación. Aspectos metodológicos –operativos básicos de la investigación en el proyecto de Trabajo Final. Diseño metodológico. Técnicas de recolección y procesamiento de la información. Criterios de selección de técnicas de recolección y procesamiento. Plan de análisis. Modalidades. Delimitación de referentes temáticos. La formulación de resultados. Estructura de un Trabajo Académico: carátula, secciones, anexos. Escritura de la Tesina. Manejo de citas, referencias y bibliografía. Cómo insertar y referenciar tablas e imágenes.

Tesina

Trabajo Integrador de Investigación teórico práctico. El proyecto deberá ser inédito.

8.2. Evaluación

La evaluación del alumno se aborda de manera individual en cada asignatura. En tal sentido, se evalúa: la participación y actuación en las actividades propuestas en clases, la resolución y presentación de informes de actividades prácticas, aprobación de exámenes escritos y orales y/o la presentación de monografías.

8.3. Asignaturas, carga horaria y correlatividades

Código	Asignaturas	Horas Semanales	Horas totales	Correlatividades
PRIMER AÑO				
1.1.1	Aplicaciones de la Tecnología Nuclear	4	60	-
1.2.1	Introducción a la Comunicación Académica	4	60	-
1.3	Protección Radiológica y Seguridad Nuclear	4	120	-
1.4.1	Desarrollo Personal en las Organizaciones	4	60	-
1.5.2	Materiales Nucleares	4	60	-
1.6.2	Estudio del Comportamiento de las Organizaciones	4	60	-
1.7.2	Detección de las Radiaciones e Instrumentación Nuclear	4	60	-
CARGA HORARIA PRIMER AÑO			480	
SEGUNDO AÑO				
2.8.1	Gestión de Proyectos	4	60	1.4.1 - 1.6.2
2.9	Centrales Nucleares y Redes Eléctricas	4	120	1.1.1 - 1.5.2 - 1.3
2.10.1	Intervencionismo y Emergencias	4	60	1.1.1 - 1.3 - 1.7.2
2.11.1	Energía Nuclear y Sociedad	3	45	-
2.12.2	Tecnología Nuclear y Medio Ambiente	4	60	2.10.1
2.13.2	Taller de Tesina	4	60	1.2.1
CARGA HORARIA SEGUNDO AÑO			405	
	Tesina	-	-	Tener aprobadas todas las asignaturas
CARGA HORARIA TOTAL			885	