



MENDOZA, **5 de octubre de 2021.**

VISTO:

El Expediente Electrónico E-CUY:0010419/2021, donde el Instituto Balseiro eleva a consideración y ratificación la Ordenanza N° 1/2021-C.A., mediante la cual se aprueba el Plan de Estudios de la carrera: "Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear" (CEATEN), vigente por Ordenanza N° 42/1996-C.S., y

CONSIDERANDO:

Que es necesario actualizar el Plan de Estudios de la CEATEN para atender nuevas situaciones y necesidades surgidas durante la evolución de dicha carrera, teniendo en cuenta, además, las recomendaciones de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en virtud de la evaluación de dicha Carrera, según Resolución N° 214/2011-CONEAU.

Que, si bien el plan de estudios actual de la carrera ha mostrado solidez a lo largo de su implementación, el mismo necesita adecuarse a la realidad de la misma e incorporar aspectos que permitan a los estudiantes un mejor aprovechamiento de los espacios curriculares, así como a las modificaciones en lo que respecta a los avances de la tecnología e instalaciones en el país y el mundo.

Que se espera que al finalizar la carrera el graduado sea capaz de: poseer conocimientos sobre las aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear; disponer de un adecuado manejo técnico, metodológico y conceptual para desarrollar actividades vinculadas con los usos pacíficos de la energía nuclear; desarrollar habilidades para aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear; profundizar en el campo de las aplicaciones nucleoelectricas y tener entrenamiento en aplicaciones nucleares concretas.

Que para lograr los objetivos propuestos y consolidar el perfil de egreso deseado se propone una distribución de actividades en cuatro etapas, dedicadas a materias básicas en lo que refiere a conocimientos del área nuclear, avanzadas, laboratorios, visitas y pasantías y un proyecto final, permitiendo no sólo reforzar la formación básica y experimental sino también desarrollar un espíritu crítico y con conocimientos suficientemente amplios en área de aplicaciones de la energía nuclear.

Que en VAR-CUY:0039580/2021 se adjunta constancia de conformidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) a la propuesta del nuevo Plan de Estudios, de acuerdo a lo dispuesto por Ordenanza N° 1/2021-C.A. del Instituto Balseiro.

Que en VAR-CUY:0044540/2021 obra el informe técnico de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado, en el cual la misma expresa que corresponde proceder a la ratificación por parte del Consejo Superior de la Ordenanza N° 1/2021-C.A I.B. –que aprueba la modificación del Plan de Estudios, que será puesto en vigencia una vez obtenida la acreditación correspondiente– y, una vez obtenida la referida acreditación, derogar progresivamente el Artículo 2° de la Ordenanza N° 42/1996-C.S.



-2-

Que las presentes actuaciones han sido analizadas por el Consejo Asesor Permanente de Posgrado, según consta en VAR-CUY:0044539/2021, el cual informa que la citada Carrera se encuentra en proceso de evaluación en el marco de la 5ª Convocatoria de Evaluación y Acreditación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) - Área Ciencias Aplicadas, por lo que recomienda la continuidad del trámite correspondiente a su ratificación por el Consejo Superior.

Que, asimismo, aclara, que la difusión y puesta en vigencia del presente Plan de Estudios quedan sujetas a obtener la correspondiente Acreditación de la CONEAU.

Que la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado, teniendo en cuenta el informe favorable del Consejo Asesor Permanente de Posgrado, aconseja acceder a la ratificación de la modificación del Plan de Estudios de referencia.

Por ello, atento a lo expuesto, con el visto bueno de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado, lo dictaminado por la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado y lo aprobado por este Cuerpo en sesión virtual del 4 de agosto de 2021,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ORDENA:

ARTÍCULO 1º.- **Ratificar la Ordenanza N° 1/2021-C.A del Instituto Balseiro**, que como Anexo I, con QUINCE (15) hojas, forma parte de la presente norma, **mediante la cual se aprueba el Plan de Estudios de la carrera: "Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear"**.

ARTÍCULO 2º.- Establecer que el Plan de Estudios al que se hace referencia en el artículo precedente entrará en vigencia una vez que se haya obtenido evaluación favorable y acreditación por parte de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

ARTÍCULO 3º.- Una vez que el nuevo plan haya obtenido evaluación favorable por parte de la CONEAU, **derogar progresivamente el Artículo 2º de la Ordenanza N° 42/1996-C.S.**

ARTÍCULO 4º.- La presente norma, que se emite en formato digital en el contexto de emergencia en relación a la pandemia del Coronavirus COVID-19, será reproducida con el mismo número en soporte papel.

ARTÍCULO 5º.- Comuníquese e insértese en el libro de ordenanzas del Consejo Superior.

Dra. María Jimena ESTRELLA ORREGO
Secretaría de Investigación,
Internacionales y Posgrado
Universidad Nacional de Cuyo

Abog. Ismael FARRANDO
Secretario de Relaciones
Institucionales, Asuntos Legales,
Administración y Planificación
Universidad Nacional de Cuyo

Ing. Agr. Daniel Ricardo PIZZI
Rector
Universidad Nacional de Cuyo

ORDENANZA N° 55/2021 _ _ _ _

ANEXO I

-1-



San Carlos de Bariloche, 19 de marzo de 2021

VISTO:

La Ordenanza N° 42/1996-CS por la cual se creó la carrera de Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear (CEATEN) y se aprobó su Plan de Estudios.

La acreditación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) de la carrera de Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear (Resolución N° 214/11-CONEAU).

El Convenio suscripto el 15 de enero de 1999 entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) sobre la realización de la carrera de posgrado CEATEN.

La propuesta elevada por las Vicedirección del Instituto Balseiro, Área Ingeniería, de un nuevo Plan de Estudios de la CEATEN.

CONSIDERANDO:

Que es necesario actualizar el Plan de Estudios de la CEATEN para atender nuevas situaciones y necesidades surgidas durante la evolución de dicha carrera.

Que es necesario, asimismo, tener en cuenta las recomendaciones de la CONEAU en la evaluación de la carrera CEATEN en la Resolución N° 214/11-CONEAU, en cuanto a la necesidad de designar formalmente un Director de la carrera, de garantizar la supervisión de las actividades que desarrolle el estudiante fuera de la Universidad y de formalizar un mecanismo de seguimiento de graduados.

Que para atender dichas recomendaciones, la actualización del mencionado Plan de Estudios se realiza en el marco de la presentación de acreditación de posgrados en funcionamiento en el área de Ciencias Aplicadas, Res. Nro. 400/19-CONEAU.

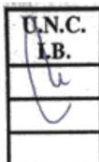
Que el Comité de Estudios de la carrera, designado mediante Resolución C.A./IB N° 135/17, junto con la Vicedirección del área Ingeniería elevó una propuesta la cual se adjunta a su Acta de fecha 15 de marzo del corriente año.

Por ello, atento a lo expuesto y en ejercicio de sus atribuciones:

EL CONSEJO ACADÉMICO DEL INSTITUTO BALSEIRO ORDENA:

ARTÍCULO 1°: Aprobar el Plan de Estudios de la carrera Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear, que se adjunta a la presente Ordenanza como Anexo I.

ARTÍCULO 2°: Solicitar al Director del Instituto Balseiro se gestione el acuerdo de las autoridades máximas de la Comisión Nacional de Energía Atómica al Plan de Estudios aprobado en el Artículo 1° de la presente norma y, luego de obtenido dicho acuerdo, se eleve el mismo al Consejo Superior de la Universidad Nacional de Cuyo para su ratificación.



ANEXO I

-2-



Comisión Nacional
de Energía Atómica



Instituto
Balseiro



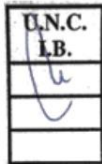
UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

ARTÍCULO 3º: Luego de cumplimentadas las gestiones del Artículo 2º, solicitar al Consejo Superior la derogación progresiva de la Ordenanza N° 42/1996-CS.

ARTÍCULO 4º: En consonancia con lo establecido por la Resolución 323/2020/-RE, la presente ordenanza que se emite en formato digital, **será reproducida con el mismo número y firmada oportunamente por las autoridades en soporte papel** cuando concluya la situación de emergencia y puedan reiniciarse con normalidad las actividades presenciales en el Instituto Balseiro.

ARTÍCULO 5º: Comuníquese e insértese en el Libro de Ordenanzas del Consejo Académico.

ORDENANZA C.A./IB N°: 1/21




Dr. Mariano I. Cantero
Director
Instituto Balseiro

ANEXO I

-3-

ANEXO I Especialización en Aplicaciones tecnológicas de la Energía Nuclear

Plan de estudios

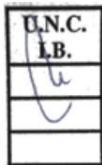
1- Presentación Sintética de la carrera:

- Denominación de la carrera: Especialización en Aplicaciones tecnológicas de la Energía Nuclear (CEATEN)
- Nivel: Posgrado
- Modalidad: presencial
- Instituciones intervinientes
 - Comisión Nacional de Energía Atómica
 - Universidad Nacional de Cuyo
 - Universidad de Buenos Aires
- Dirección de la carrera: el director será un docente del Instituto Balseiro designado por el Consejo Académico del mismo.
- Comité de Estudios de la carrera: presidido por el Director de la Carrera estará formado además por un representante de la CNEA y uno de la Facultad de Ingeniería de la UBA. Este comité reportará al Consejo Académico del Instituto Balseiro y de la FIUBA, últimos responsables de los aspectos académicos de la carrera.
- Carácter: permanente.
- Duración: 12 meses
- Título que otorga: Especialista en Aplicaciones tecnológicas de la Energía Nuclear.
El título será otorgado en forma conjunta por la Universidad Nacional de Cuyo y la Universidad de Buenos Aires.

2- Fundamentación del plan de Estudios

La Carrera de Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear (CEATEN) se creó en 1996 como una carrera institucional entre la Universidad Nacional de Cuyo, la Universidad de Buenos Aires y la Comisión Nacional de Energía Atómica. La carrera ha mostrado satisfacer las necesidades que llevaron a su creación generando profesionales calificados en el campo de la energía nuclear con orientaciones variadas que dependen del título de grado de los mismos. Estos profesionales ejercen sus actividades respondiendo a las demandas de la sociedad en las áreas de investigación y el desarrollo en ingeniería y tecnología, en actividades productivas y de servicios, y en la formación de recursos humanos a nivel superior universitario de Argentina. Con referencia al contexto científico-tecnológico nacional, cabe mencionar que los Especialistas han contribuido al desarrollo de la ciencia, tecnología e ingeniería dentro y fuera del sector nuclear argentino, trascendiendo a la propia CNEA.

Si bien el plan de estudios actual de la carrera ha mostrado solidez a lo largo de los más de 25 años que lleva la carrera el mismo necesita adecuarse a la realidad de la misma e incorporar aspectos que permitan a los estudiantes un mejor aprovechamiento de los espacios curriculares así como a las modificaciones en lo que respecta a los avances de la tecnología e instalaciones en el país y el mundo. Algunos de estos cambios han sido paulatinamente incorporados a lo largo de la vida de la carrera.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-4-

3- Perfil de egreso y Objetivos de la Carrera

3.1 El Título obtenido por los egresados del plan presentado es de:
Especialista en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear.

3.2 El egresado de la carrera es un profesional con:

- conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para las aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear en el área de competencia de su título de grado.
- vocación y responsabilidad para la aplicación pacífica de la energía nuclear en pro de la humanidad.
- dominio técnico, metodológico y conceptual para desarrollar actividades vinculadas con los usos pacíficos del átomo.
- una alta capacidad para el trabajo interdisciplinario.
- hábitos de estudio autónomos y de perfeccionamiento continuo.
- capacidad de comunicarse con efectividad.
- capacidad de actuar con conciencia ética, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.
- conocimiento de técnicas y metodologías nucleares de apoyo a las profesiones de aquellos que no continúen dentro del ámbito nuclear.

3.3 Objetivos de la carrera:

Que al finalizar la carrera el graduado haya logrado:

- poseer conocimientos sobre las aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear.
- disponer de un adecuado manejo técnico, metodológico y conceptual para desarrollar actividades vinculadas con los usos pacíficos de la energía nuclear.
- desarrollar habilidades para aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear.
- profundizar en el campo de las aplicaciones nucleoelectricas.
- tener entrenamiento en aplicaciones nucleares concretas.

4- Condiciones de ingreso

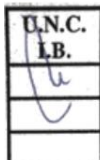
Poseer título universitario correspondiente a una carrera de grado de 5 años de duración como mínimo, de ingeniero (en cualquier especialidad) o de Licenciatura en Física, Química, Biología, Geología.

En caso de tratarse de otro título universitario deberá ser evaluado por el Comité de Estudios de la carrera y autorizado por la Dirección de la Carrera. Graduados de carreras de menos de 5 años deberán reunir antecedentes suficientes para realizar los estudios de la presente carrera. Poseer conocimientos de idioma inglés (lectura y comprensión de textos del área de la carrera) si lo requiriese la Dirección de la Carrera.

Los aspirantes serán seleccionados en base a sus antecedentes académicos por el Comité de Estudios de la Carrera, quienes decidirán eventualmente la necesidad de tener entrevistas personales con los mismos.

5- Estructura curricular

Para lograr los objetivos propuestos en el punto 2 y consolidar el perfil de egreso deseado se propone una distribución de actividades en 4 etapas. En estas etapas se dedica tiempo específico para materias básicas en lo que refiere a conocimientos del área nuclear, avanzadas, laboratorios, visitas y pasantías y un proyecto final permitiendo no sólo reforzar la formación básica y experimental sino también desarrollar un espíritu crítico y con conocimientos suficientemente amplios en área de aplicaciones de la energía nuclear.

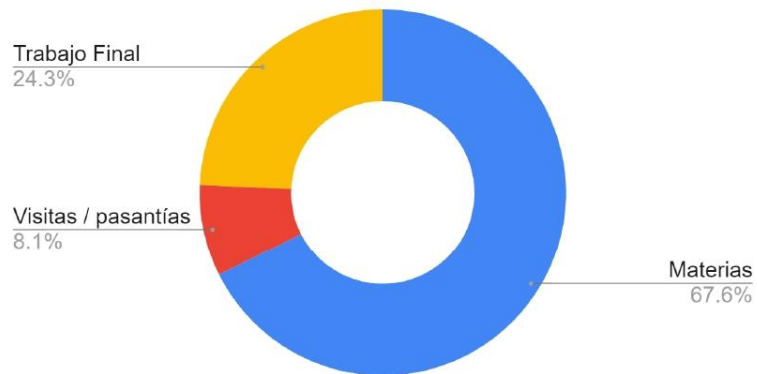


Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

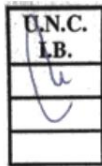
ANEXO I

-5-

La carga horaria total de la carrera es de 1480 horas, distribuida en 1000 horas en Materias, 120 horas en visitas y pasantías en instalaciones nucleares, 360 horas de proyecto final. Las dos primeras etapas se desarrollarán en forma sucesiva y completa. En la primera de ellas los cursos se dictarán en el Instituto Balseiro, en San Carlos de Bariloche. La segunda etapa se desarrollará en Buenos Aires, en la FIUBA y en instalaciones de la CNEA. La tercera etapa podrá desarrollarse paralelamente a las dos anteriores ya que se optimizarán las visitas y pasantías en función del lugar de dictado de la carrera. Para la cuarta etapa, que corresponde al desarrollo del trabajo final, requiere que el estudiante haya culminado las 3 etapas anteriores y una dedicación exclusiva, podrá ser concretada en cualquier lugar del país o del extranjero.



Distribución de la carga horaria de la carrera según los espacios curriculares.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

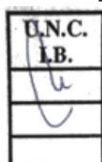
Ord. N° **55/2021** _ _ _ _

ANEXO I

-6-

6- Distribución curricular

Etapa	Espacios Curriculares	horas	Teórico	Práctico
1	Elementos de Matemáticas	20	14	6
	Elementos de Física Nuclear	40	24	16
	Elementos de Materiales	40	24	16
	Elementos de Protección Radiológica	40	24	16
	Elementos de Física de Reactores	40	24	16
	Elementos de Mecánica de fluidos	40	24	16
	Elementos de Transferencia de Energía	40	24	16
	Laboratorio de Física Nuclear	45	5	40
	Elementos de Combustibles Nucleares	40	24	16
	Elementos de Cinética y Dinámica	40	24	16
	Elementos de Reactores Experimentales	40	24	16
	Elementos de Reactores de Potencia	40	24	16
	Laboratorio de Mediciones Nucleares	45	5	40
	Elementos de Control	40	24	16
	Elementos de Seguridad Nuclear	40	24	16
2	Elementos de Electrotecnia	40	24	16
	Introducción a los Ensayos no Destructivos	40	24	16
	Elementos de Comparación de Fuentes Energéticas	30	18	12
	Elementos de Química de Reactores	40	24	16
	Elementos de Ingeniería Ambiental	40	24	16
	Elementos de Política Nuclear	20	12	8
	Elementos de Redes Eléctricas	40	24	16
	Introducción a las Aplicaciones Industriales y Agropecuarias	40	24	16
	Elementos de Radioquímica	40	24	16
	Elementos de Gestión de Desechos Radioactivos	40	24	16
Elementos de Radiobiología y Aplicaciones Médicas	40	24	16	
3	Pasantías - Visitas	120		120
4	Trabajo Final	360		360



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-7-

7- Alcances de los espacios curriculares, contenidos mínimos

Elementos de Matemáticas

Expectativa de logro: recordar conocimientos básicos generales de los cursos de Matemática usuales en las carreras universitarias de las que provienen los estudiantes de la CEATEN.

Carga horaria: 20 horas de clase.

Modalidad: curso teórico-práctico de repaso con resolución por parte de los estudiantes de ejercicios en clase.

Descriptores: Cálculo en una variable. Conjuntos y funciones. Sucesiones y Límites. Noción de derivada. Análisis de funciones. Noción de Integral. Cálculo en varias variables. Continuidad y diferenciabilidad. Estudio de funciones.

Integración en curvas y superficies. Ecuaciones diferenciales. Álgebra lineal. Sistemas de ecuaciones lineales. Métodos de resolución. Probabilidades. Nociones de Probabilidad y de Proceso Aleatorio. Variables aleatorias. Esperanza y Varianza.

Elementos de Física Nuclear

Expectativa de logro: Comprender los conceptos de átomo, el núcleo atómico, sus propiedades y los modelos asociados. Radiactividad Reacciones nucleares. Interacción de la radiación con la materia.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Núcleo Atómico: Átomo, desarrollo histórico. Concepto de núcleo. Nucleones. Descubrimiento del neutrón. Isótopos. Número de masa.

Propiedades nucleares básicas. Energía de ligadura nuclear. Modelos nucleares. Radiactividad: Ley del decaimiento radiactivo. Decaimientos radiactivos: Alfa, beta y gamma. Propiedades.

Reacciones nucleares: Leyes de la conservación en su análisis.

Interacción de la radiación con la materia: Radiación electromagnética, partículas cargadas y neutrones. Alcance. Blindaje.

Elementos de Materiales

Expectativas de logro: comprender conceptos básicos de materiales como estructuras y comportamientos ante sollicitaciones mecánicas y químicas.

Carga horaria: 40 horas

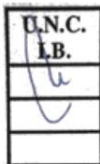
Descriptores: Revisión de termodinámica química y fuerza motriz de un proceso. Estructura electrónica y enlaces interatómicos. Estructuras cristalinas. Difusión en sólidos y defectos puntuales. Diagramas de fases. Comportamiento elástico en materiales. Deformación plástica en sólidos cristalinos. Deformación plástica a altas temperaturas. Introducción a fractura en sólidos cristalinos. Oxidación y corrosión. Materiales de uso nuclear.

Elementos de Protección Radiológica

Expectativas de logro: introducirse en los procesos de efecto de la radiación en la materia, magnitudes dosimétricas y efecto de la radiación en la materia.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Magnitudes radiométricas y dosimétricas. Magnitudes de interacción, Sección eficaz, coeficiente de atenuación másico. Magnitudes dosimétricas, Energía impartida, dosis y tasa de dosis absorbida. Magnitudes de protección radiológica: Dosis absorbida media en órgano, factor de calidad, factor de ponderación de la radiación. Dosis comprometidas. Magnitudes operacionales. Dosis equivalente colectiva. Dosis efectiva colectiva. Cálculo de dosis en irradiación externa, dosimetría de la contaminación interna. Monitoreo de la contaminación interna, efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, sistemas de protección para la radiación externa, protección radiológica ocupacional, gestión de desechos radiactivos, transporte de materiales radiactivos.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-8-

Elementos de Física de Reactores

Expectativa de logro: Conocer los elementos de un reactor nuclear y los procesos físicos característicos. La energía nuclear. Física de los neutrones y sus modelos asociados.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Qué es un reactor nuclear. Reactores de potencia. Reactores de Investigación. Elementos de un reactor nuclear.

La energía Nuclear. La fisión nuclear. Fisiones espontáneas y fisiones inducidas. El proceso de fisión inducida por neutrón. Interacción de los neutrones con la materia. Secciones Eficaces. Magnitudes fundamentales de la Neutrónica.

El factor de multiplicación. Reactor crítico, subcrítico y supercrítico. Reactores térmicos, reactores rápidos. Necesidad de enriquecer o moderar. Definición y cálculo de k efectivo. Fórmula de los cuatro factores. Reactividad. Unidades. Aproximación a crítico.

La ecuación integrodiferencial de transporte de neutrones. Ecuación de balance en flujo y corriente. Criticidad de un reactor homogéneo infinito. Ecuación a un grupo de energía. Ecuación de balance dependiente de la energía. Ecuación multigrupo. La condición crítica. El reactor placa reflejado.

Elementos de Mecánica de fluidos

Expectativa de logro: Adquirir conocimientos básicos en mecánica de fluidos. Comprender los diferentes mecanismos para describir a un fluido para luego utilizarlos en diferentes tipos de problemas como la transferencia de energía.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Concepto de fluido, Campo de velocidades, descripción euleriana y lagrangiana, Viscosidad, Número de Reynolds. Hidrostática, presión y gradiente de presión, flotación. Relaciones integrales, volumen de control. Teorema de transporte de Reynolds, Leyes de conservación en forma integral. Ecuación de Bernoulli. Leyes de conservación en forma diferencial. Ecuaciones de Navier-Stokes, Homogeneidad dimensional – Teorema Pi – Adimensionalización de ecuaciones básicas. Regímenes en función del número de Reynolds, Flujos internos y externos, Capa límite laminar, pérdida de carga, Turbulencia, Pérdidas de carga y sistemas de tuberías.

Elementos de Transferencia de Energía

Expectativas de logro: adquirir conocimientos teóricos de los mecanismos de transporte de energía y masa de interés en ingeniería y sus aplicaciones en el ámbito nuclear.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Revisión de conceptos de termodinámica clásica. Mecanismos de transporte de energía, conducción, convección y radiación. Soluciones estacionarias unidimensionales. Soluciones no estacionarias. Simplificación del problema general de conducción. Soluciones aproximadas por el método integral (volumen de Control). Convección forzada en flujos laminares internos. Convección forzada en flujos laminares externos. Convección forzada en flujos turbulentos. Convección natural. Cálculo de intercambiadores (método NTU y Diferencia de temperatura logarítmica media) Transferencia de calor con cambio de fase. Ebullición. Flujo crítico de calor. Escaleo fluido-a-fluido. Introducción al mecanismo de radiación y definiciones básicas.

Laboratorio de Física Nuclear

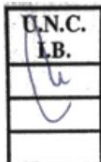
Expectativa de logro: Comprender los mecanismos de interacción de la radiación con la materia y poder determinar los distintos tipos de detectores que pueden utilizarse para la medición de las diferentes radiaciones ionizantes.

Familiarizarse con los equipos y componentes de detección de las radiaciones.

Saber analizar críticamente los modelos físicos que se usan para describir los fenómenos naturales que se estudien, reconociendo los límites y aproximaciones de los mismos.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 45 horas

Descriptores: interacción de la radiación con la materia: radiación electromagnética, beta y



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-9-

alfa y neutrones. Atenuación de los diversos tipos de radiación al penetrar la materia. Deposición de energía de partículas cargadas en función de distancia atravesada. Detectores de centelleo: orgánicos e inorgánicos; niveles de energía, transiciones, fluorescencia, fosforescencia y fluorescencia retardada, dopaje. Nociones sobre fotomultiplicadores, fotodiodos y placas microcanal. Detectores semiconductores: semiconductores intrínsecos y dopados. Detectores tipo 'juntura', hpge.; características constructivas, funcionamiento, operacionales. Instrumentación: uso de cadena electrónica de espectroscopía nuclear norma nim. Uso de preamplificadores, amplificadores nucleares conformadores. Multicanal, a.d.c. Parte experimental: transmisión de pulsos por líneas reales. Empleo de detectores de ina(tl) y ge. Espectros gamma, picos de backscattering, de simple y doble escape, picos x. análisis del fondo gamma ambiente terrestre.

Elementos de Combustibles Nucleares

Expectativas de logro: desarrollar habilidades relacionadas con saberes con respecto a los materiales de uso nuclear, a los elementos combustibles nucleares y al ciclo del combustible nuclear.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Combustibles fósiles. Reacciones y procesos nucleares. Uranio. Torio. Plutonio. Tipo de Reactores desde el punto de vista del EC. Daño por Irradiación. Quemado. UO₂. Aleaciones de Circonio. Combustibles MTR. Fabricación de EC tipo MTR. EC PWR. EC BWR. EC CANDU. EE.CC. Atucha I y II. EC avanzados. Comportamiento del UO₂ bajo irradiación. Comporta de EE.CC. de potencia bajo irradiación I. Ciclo del Combustible I. (Uranio, Geología, Minería). Ciclo del Combustible II. (Lixiviación, Enriquecimiento, Conversión). Ciclo del Combustible III. (Producción, Fabricación, Reprocesamiento, Residuos). Diseño de EE.CC. nucleares.

Elementos de Cinética y Dinámica

Expectativa de logro: Introducir los conceptos fundamentales relativos al comportamiento temporal de los reactores nucleares y las transformaciones originadas por el funcionamiento de los mismos sobre las características materiales.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

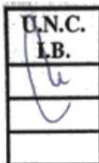
Descriptores: Comportamiento temporal de un reactor cercano a crítico. Transitorios. Los neutrones retardados. Los 6 grupos de precursores. Beta y beta efectivo. Ecuación de transporte con neutrones retardados. Ecuaciones de la cinética espacial. Fórmula de Nordheim o ecuación in-hour. Raíces. Período del reactor. Escalón de reactividad en un reactor en equilibrio. Bajas reactividades. Salto Prompt. Altas reactividades. Situación de prompt crítico. Scram. Definición "dinámica" de reactor crítico Evolución del combustible: Quemado y Conversión. Desaparición y aparición de Isótopos pesados. Coeficientes de reactividad. Coeficiente de reactividad por temperatura. Coeficiente de reactividad por potencia. Coeficiente de vacío de refrigerante. Efectos globales.

Elementos de Reactores Experimentales

Expectativa de logro: Introducir los conceptos fundamentales relativos a los reactores experimentales, tanto en sus sistemas básicos y su utilización como fuente de neutrones.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Características básicas de los reactores experimentales. Tipos de Núcleos, elementos combustibles y parámetros característicos. Densidad de potencia. El moderador/reflector. Fuentes de neutrones térmicos, fríos y calientes. Espectros emergentes. El reactor RA-6. Sistemas principales. Circuito de enfriamiento y sistemas de seguridad. Arranque y puesta a crítico. Instalaciones experimentales. Utilización característica de los reactores experimentales. Producción de Radioisótopos. Irradiación de materiales y combustibles nucleares. Scattering de neutrones por la materia.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-10-

Características básicas de los haces, guías e instrumentos de scattering.
El Reactor OPAL de Australia y el nuevo Reactor RA-10 argentino. Características básicas.

Elementos de Reactores de Potencia

Expectativa de logro: Conocer y analizar los distintos tipos de reactores de potencia más extendidos en el mundo.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Introducción a los Reactores de Potencia: Centrales nucleares vs. centrales convencionales. Reactores de potencia vs. reactores de investigación. Definiciones. Primeros reactores. Situación de la generación de energía nucleoelectrónica a nivel mundial, por regiones y en la Argentina.

PWR: Esquema simplificado de un reactor tipo PWR (Pressurized Water Reactor). Datos básicos. Principio de funcionamiento, componentes y diagrama de procesos simplificado de los principales sistemas de un PWR.

BWR: Esquema simplificado de un reactor tipo BWR (Boiling Water Reactor). Datos básicos. Principio de funcionamiento, componentes y diagrama de procesos simplificado de los principales sistemas de un BWR.

Atucha: Reactores tipo Atucha. Características principales de Atucha I y II, comparación. Comparación con un reactor PWR. Esquema simplificado de la planta. Principio de funcionamiento, componentes y diagrama de procesos simplificado de los principales sistemas de un reactor tipo Atucha, comparación entre Atucha I y II.

CANDU: Reactores tipo Candu. Características principales. Comparación con un reactor PWR. Esquema simplificado de la planta. Central Nuclear Embalse, principales características.

Laboratorio de Mediciones Nucleares

Expectativa de logro: Comprender los mecanismos de interacción de la radiación con la materia y poder determinar los distintos tipos de detectores que pueden utilizarse para la medición de las diferentes radiaciones ionizantes.

Saber analizar críticamente los modelos físicos que se usan para describir los fenómenos naturales que se estudien, reconociendo los límites y aproximaciones de los mismos.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 45 horas

Descriptores: Profundización de interacción de radiación con materia: Partículas cargadas, gamma, "X" y neutrones.

Detectores por ionización de gases: Cámaras de ionización de pulso y corriente, compensadas, contadores proporcionales y Geiger-Müller. Detectores de fisión, ^3He , ^{10}B , BF_3 . SPN y su empleo en NPP.

Trabajo de detección neutrónica: Caracterización y empleo de detectores ^3He , cámara de fisión, sus espectros de altura de pulso.

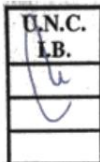
Trabajo de aplicación: Práctica de aplicación de técnicas nucleares a solución de un problema tecnológico.

Elementos de Control

Expectativas de logro: adquirir una base conceptual en el análisis de sistemas dinámicos lineales y síntesis de sistemas de control clásico utilizando como herramienta de diseño el lugar de las raíces. Analizar problemas de control sencillos y extraer conclusiones, tanto de los diseños obtenidos, como del comportamiento dinámico resultante.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Sistemas dinámicos. Modelado de sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo. Transformada de Laplace. Diagramas de bloques. Análisis de la respuesta dinámica de sistemas de sistemas de 1er y 2do orden. Efecto de polos y ceros adicionales. Estabilidad de sistemas LTI. Análisis de los sistemas dinámicos en estado estacionario. Teorema del valor final. Tipo de sistema según su error a entradas polinómicas. Lugar de las raíces. Diseño de compensadores de adelanto de fase y retraso de fase utilizando el lugar de las raíces.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-11-

Elementos de Seguridad Nuclear

Expectativa de logro: Formar al alumno en conceptos de seguridad nuclear y metodologías de evaluación del grado de seguridad de instalaciones nucleares.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

Descriptores: Introducción a Seguridad Nuclear. Riesgo: tratamiento y evaluación. Comparación con otras industrias o actividades. Fundamentos de Seguridad Nuclear. Principios de Cultura de la seguridad, Defensa en Profundidad y Seguridad Tecnológica. Concepto de falla de dispositivos. Confiabilidad y disponibilidad de componentes. Concepto de falla de sistema. Árboles de fallas. Estados de planta, eventos iniciantes, funciones de seguridad, sistemas asociados. Árboles de eventos. Fiabilidad humana: ergonometría y modelos de evaluación. Análisis Probabilístico de Seguridad Niveles 1, 2 y 3. Resolución de problemas. Licenciamiento de instalaciones nucleares. Criterios de aceptación. Normativa Argentina AR 3.1.3 y 4.1.4 Riesgo Radiológico. Introducción a Análisis Determinista de Seguridad. Clasificación de eventos. Criterios de aceptación, límites de seguridad. Modelado y análisis de eventos de pérdida de refrigerante, de pérdida de extracción de calor por GV y de Black-out. Análisis de accidentes nucleares: TMI, Chernobyl y Fukushima. Fenomenología, cronología, causas, consecuencias y enseñanzas.

Elementos de Electrotecnia

Expectativas de logro: Adquirir los conceptos básicos de Electrotecnia y de Máquinas Eléctricas que permitan el trabajo en equipos interdisciplinarios

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Principios básicos de electrostática y magnetismo. Circuitos eléctricos. Leyes de Ohm y Kirchhoff. Resolución de circuitos en CC. Teoremas de circuitos. Corriente alterna. Impedancia. Energía y potencia. Corriente alterna trifásica. Reactor. Transformador ideal. Transformador real. Campo giratorio. Máquina de inducción. Máquina sincrónica.

Introducción a los Ensayos no Destructivos

Expectativas de logro: lograr manejarse y elegir entre los diferentes ensayos no destructivos en el seguimiento de elementos estructurales y equipos.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Instrumentación de componentes, Acelerómetros, Sensores de desplazamiento con y sin contacto, electrónica asociada. Conceptos básicos de vibraciones, Corrientes inducidas, Ensayos no destructivos ópticos. Speckle. Emisión acústica, END, Inspección visual. Líquidos penetrantes. Partículas magnéticas, Ultrasonido, Radiografía industrial. Protección radiológica.

Elementos de Comparación de Fuentes Energéticas

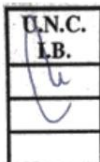
Expectativas de logro: Conocer las diferentes fuentes energéticas, compararlas, evaluarlas. Lograr conocimientos básicos para poder seleccionar fuentes energéticas en caso de ser necesario.

Carga horaria: 30 horas.

Descriptores: Energía. Tipos de Recursos energéticos. Tendencias históricas y actuales de generación de electricidad en el mundo y Argentina. Energías alternativas y tecnologías asociadas. Demanda. Portadores energéticos, competencia y sustitución. Tecnologías energéticas, Gestión de la demanda. Planificación energética. Cadena energética. Formulación de la Política Energética, Matriz energética primaria y secundaria en Argentina. Tecnologías. Máquinas térmicas de combustibles fósiles. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector eléctrico. Curva de competitividad entre tecnologías de generación eléctrica. Evaluación de Proyectos.

Mercado eléctrico Argentino. Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Actores del MEM. Situación Nuclear. Situación Energías Renovables. Modelos de Planificación Energética.

Modelos, DAM, MAED, WASP, MESSAGE, FINPLAN.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

Elementos de Química de Reactores

Expectativas de logro: Conocer los fundamentos de la química del agua y de los aditivos que se agregan para controlar la corrosión de los materiales estructurales, su transporte y deposición, así como controlar la generación y transporte de actividad. Interpretar Tablas de especificaciones de parámetros químicos de los sistemas primario, secundario y auxiliares.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Propiedades fisicoquímicas del agua. Soluciones diluidas. Equilibrios de solubilidad, combinados y de óxido-reducción. Química bajo radiación y radiolisis del agua. Corrosión. Diagrama de Pourbaix, corriente y potencial. Tipos de corrosión. Química de Reactores en circuitos de centrales y reactores de investigación refrigerados por agua, Circuito primario, elementos combustibles. Modelos matemáticos. Control. Circuito secundario, productos de corrosión. Sistemas desgasificador, de purificación, filtros y resinas. Agua de reposición, de alimentación y condensado. Limpieza química y descontaminación. Procesos en instalaciones nucleares, gestión del agua en el circuito terciario y torres de enfriamiento. Materiales, control químico y biológico del agua de torres. Operaciones y procesos para la purificación de elementos de interés nuclear e industrial asociados. Hidrometalurgia, tratamiento biológico de colas, gestión y reciclado del agua.

Elementos de Ingeniería Ambiental

Expectativas de logro: Que pueda desarrollar actitudes reflexivas y críticas para la prevención y control de la contaminación y la conservación del ambiente y evaluar el impacto que las actividades humanas producen sobre nuestro entorno, la problemática que ocasionan.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Ciencia ambiental, ecosistemas, factores bióticos y abióticos. Pirámides de Biomasa Cadena Trófica, Ciclos biogeoquímicos, Ciclo del agua, Ciclos de nutrientes gaseosos, Biosfera, regiones de la atmósfera, energía del sol. El ozono y sus problemáticas asociadas. Contaminación Atmosférica, Principales Fuentes Naturales, Contaminantes Naturales del Aire. Fuentes Artificiales Antropogénicas: Actividades Humanas, Agrícolas y Ganaderas. Contaminantes. Efectos de la Contaminación del Aire. Efecto Invernadero y Calentamiento Global, Contaminación del agua. Propiedades, usos, el ciclo del agua, Aguas superficiales y subterráneas, Estación Depuradora De Aguas Residuales (Edar), Utilización Energética Consecuencias Ambientales. Sustancias Tóxicas. Edafología, suelos. Formación, componentes y caracterización del suelo. Degradación y contaminación del Suelo, impacto. Remediación, recuperación de Suelos. Tecnologías tradicionales e innovadoras. Bioreactores.

Elementos de Política Nuclear

Expectativa de logro: Introducir al alumno en conceptos relacionados con la política, las instituciones y la reglamentación de las actividades desarrolladas en la energía nuclear y sus usos pacíficos.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 20 horas

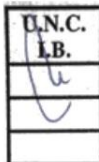
Descriptores: Creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica; evolución de la normativa en el área nuclear. Decretos de creación de la Autoridad Regulatoria Nuclear y de Nucleoelectrica Argentina S.A. Proyecto de la Ley Nacional de la Actividad Nuclear. Tratados internacionales. El Sistema de Contabilidad y Control de la Argentina. El Organismo Internacional de Energía Atómica. La Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control (ABACC)

Elementos de Redes Eléctricas

Expectativas de logro: Adquirir conocimiento de las principales fuentes de energía utilizadas para la producción de energía eléctrica y cómo se las aprovecha. Cómo se transporta y distribuye la energía eléctrica

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Fuentes de energía alternativas, Bioenergía, Energía solar, Energía eólica,



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-13-

Energías del mar, Energía geotérmica, Celdas de combustible e hidrógeno. Acumulación de la energía. Centrales eléctricas de la Argentina. Sistema Eléctrico de Potencia. Estaciones transformadoras. Uso eficiente de la energía eléctrica.

Introducción a las Aplicaciones Industriales y Agropecuarias

Expectativas de logro: conocer las técnicas y metodologías de aplicación de procesos nucleares a áreas generalmente distintas a la nuclear para mejorar procesos industriales, agropecuarios y vinculados con la salud.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Aplicaciones tecnológicas. Tecnología de Irradiación. Radiopreservación de alimentos. Irradiación de Polímeros. Radiotratamiento de efluentes. Irradiación con electrones. Nuevas facilidades de irradiación. Dosimetría de radiaciones ionizantes. Aplicación de radiotrazadores. Radiotrazadores en la industria
Radiotrazadores en Hidrología y Geología.

Aplicaciones agropecuarias. Investigación y Desarrollo sobre Brucellosis. Investigación y Desarrollo sobre Entequo seco. Estudio sobre Enfermedades Apícolas. Aplicaciones Agronómicas. Fertilidad de suelos. Manejo y conservación de suelos. Sanidad vegetal

Elementos de Radioquímica

Expectativas de logro: Conocer los fundamentos de la producción y comportamiento de radioisótopos así como su separación, purificación y medición para su empleo y seguimiento en diferentes aplicaciones industriales y vinculadas a la salud.

Carga horaria: 40 horas.

Descriptores: Medición de radioactividad, detectores y líneas de medición. Espectrometría alfa, gamma y x de alta resolución. Curvas de eficiencia. Procesos radioquímicos, portadores, técnicas separativas, separación y purificación de radionucleidos, producción de radioisótopos, síntesis de compuestos marcados. Generadores de radioisótopos. Radioquímica y química nuclear en el ciclo de combustible nuclear. Técnicas analíticas nucleares y relacionadas, fluorescencia de rayos x, pixe, prompt-gamma, dilución isotópica, análisis por activación neutrónica. Trazadores radioisotópicos, instalaciones nucleares, reactores nucleares de investigación. Ciclotrones y otros aceleradores. Licenciamiento de personal y de instalaciones.

Elementos de Gestión de Desechos Radioactivos

Expectativa de logro: Formar al estudiante en conceptos relacionados con la gestión de los residuos radiactivos.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 40 horas

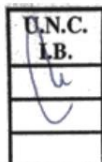
Descriptores: Principios básicos de la gestión de los residuos radioactivos. Infraestructura para una gestión nacional de residuos. Los diversos orígenes de los residuos radioactivos y su clasificación. Aspectos regulatorios. Almacenamientos intermedios. Pretratamiento, tratamiento y acondicionamiento. Transporte. Diferentes opciones en la disposición final garantía de calidad.

Elementos de Radiobiología y Aplicaciones Médicas

Expectativas de logro: Conocer los mecanismos y procesos de interacción de radiaciones con los seres vivos para prevención y para aplicación en la salud pública, tanto en diagnóstico como en remediación o efectos paliativos de enfermedades.

Carga horaria: 40 horas

Descriptores: Radiaciones ionizantes y no ionizantes. Mecanismos de acción de las radiaciones ionizantes en sistemas biológicos. Radicales libres y especies reactivas de oxígeno. Defensas antioxidantes. Daño a moléculas biológicas (ADN). Efectos citogenéticos. Metodologías para la detección y sensado de daño al ADN. Efecto de las radiaciones a nivel celular, de tejidos, órganos y sistemas. Factores que modifican los efectos biológicos de las radiaciones. Radiosensibilizadores y radioprotectores. Respuestas celulares al daño al ADN: sensado de daño, regulación del ciclo celular, inducción de apoptosis. Conceptos de efecto



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-14-

bystander e inestabilidad genómica. Bases biológicas de la radioterapia. Terapia por Captura Neutrónica en Boro. Autorradiografía neutrónica.

Visitas/Pasantías

Expectativa de logro: Realizar prácticas complementarias de la formación académica recibida.

Incorporar saberes, habilidades y actitudes vinculados a situaciones reales de las actividades asociadas a la energía nuclear y sus aplicaciones.

Adquirir conocimientos que contribuyan a mejorar las posibilidades de inserción en el ámbito laboral y desarrollar aptitudes necesarias para la gestión profesional.

Carga horaria: presencial en aulas y laboratorios: 120 horas

Descriptores: Pasantía de larga duración en una Central Nuclear, interactuando con los distintos sectores de la misma.

Visitas a distintas instalaciones relacionadas con la energía nuclear y sus usos pacíficos como por ejemplo:

Centrales Nucleares Atucha I, Atucha II, Embalse, CAREM.

Reactor RA-0, RA-1, RA-3, RA-4, RA-6, RA-10.

Centrales Eléctricas Convencionales y Centro de Despacho de Carga.

Centros de Medicina Nuclear.

Enriquecimiento de uranio en el Centro Tecnológico Pilcaniyeu.

Explotaciones mineras de uranio.

Laboratorio Argentino de Haces Neutrónicas.

Planta de Producción de Radioisótopos.

Conuar.

Bioterio.

Proyecto final

Expectativa de logro: Aplicar los conocimientos adquiridos durante las primeras etapas de la carrera a la solución de problemas concretos aportando además las capacidades del alumno producto de su formación profesional.

Incorporar saberes, habilidades y actitudes vinculados a situaciones reales de las actividades asociadas a la energía nuclear y sus aplicaciones, y desarrollar aptitudes necesarias para la gestión profesional, mejorando así las posibilidades de inserción en el ámbito laboral.

Carga horaria presencial en aulas y laboratorios: 360 horas

Descriptores: En el seno de un grupo de trabajo formado, y bajo la supervisión de un director normalmente experto en la temática, concretar un trabajo de investigación, desarrollo o ingeniería que contribuya a resolver un problema concreto o sentar las bases metodológicas para hacerlo.

8- Cuerpo Académico

8.1. Gestión académica de la carrera

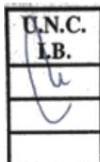
- Dirección de la carrera: el director será un docente del Instituto Balseiro designado por el Consejo Académico del mismo.

- Comité de Estudios de la carrera: presidido por el Director de la Carrera estará formado además por un representante de la CNEA y uno de la Facultad de Ingeniería de la UBA. Este comité reportará al Consejo Académico del Instituto Balseiro y de la FIUBA, últimos responsables de los aspectos académicos de la carrera.

8.2. Cuerpo académico

El cuerpo académico de la carrera estará compuesto por:

- docentes del Instituto Balseiro,
- docentes de la Facultad de Ingeniería de la UBA,
- profesionales de la CNEA, NASA y ARN

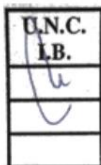


Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21

ANEXO I

-15-

- se contará con docentes invitados, especialistas destacados de universidades o industrias. Los docentes serán evaluados anualmente a fin de garantizar el nivel de la carrera, para esto se prestará especial atención a la intervención de los estudiantes y el Comité de Estudios de la Carrera y el Comité Académico propondrá correcciones en los casos que fuese necesario. Antes de comenzar cada año se presentará la planta docente acompañada con los Curriculum Vitae de cada uno de ellos.



Anexo I de la Ord. C.A./IB N° 1/21



Dra. María Jimena ESTRELLA ORREGO
Secretaria de Investigación,
Internacionales y Posgrado
Universidad Nacional de Cuyo



Abog. Ismael FARRANDO
Secretario de Relaciones
Institucionales, Asuntos Legales,
Administración y Planificación
Universidad Nacional de Cuyo



Ing. Agr. Daniel Ricardo PIZZI
Rector
Universidad Nacional de Cuyo

Ord. N° **55/2021** _ _ _ _