



**APRUEBA CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN
INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES**

Buenos Aires, 29 de octubre de 2020

VISTO la presentación de las Facultades Regionales Avellaneda, Delta, General Pacheco y Haedo, a través de la cual solicitan la aprobación y autorización de implementación de Cursos de Actualización de Posgrado para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, y

CONSIDERANDO:

Que por Resolución del Consejo Superior N° 668/20 se autoriza el dictado de la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, en las Facultades Regionales Avellaneda, Delta, General Pacheco y Haedo, en modalidad de vinculación cooperativa.

Que los Cursos propuestos responden a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados dirigidos a doctorandos en Ingeniería.

Que las Facultades Regionales Avellaneda, Delta, General Pacheco y Haedo, cuentan con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados a los propuestos.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículum de los Cursos de Actualización de Posgrado "Matemática Avanzada"; "Propiedades Mecánicas"; "Herramientas para el desarrollo de tesis"; "Construcciones sostenibles y sus procesos: Calidad y medioambiente"; "Mecánica Cuántica I"; "Mecánica Cuántica II"; "Cambio tecnológico y mutaciones del orden económico internacional"; "Ondas Elásticas en Sólidos"; "Simulación Computacional de materiales"; "Materiales adsorbentes para tratamiento de aguas residuales"; "Geología aplicada a la ingeniería civil"; "Introducción a los polímeros"; "Investigación en Tecnología Vehicular"; "Tecnología avanzada de materiales asfálticos"; "Morfología y aplicación de materiales pétreos para ingeniería civil"; "Materiales viales avanzados y de características especiales"; "Biomimética y TRIZ"; "Caracterización de los materiales viales para el diseño estructural de pavimentos"; "Síntesis de zeolitas y materiales mesoporos ordenados y su uso en reacciones de catálisis heterogénea" y "Métodos Variacionales", para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado de los mencionados Cursos en las Facultades Regionales Avellaneda, Delta, General Pacheco y Haedo, firmantes del acuerdo de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

vinculación cooperativa, y avalar la propuesta del Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza, en el marco de lo establecido por la Ordenanza N° 1313 y la Resolución N° 668/20.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que la propuesta mencionada en el Artículo precedente quedará supeditada al cronograma de dictado de las correspondientes actividades académicas de la Facultad Regional.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1791

UTN
DO
f.c.r.
l.p.

ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA
RECTOR

ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA
Secretario General



ORDENANZA Nº 1791

ANEXO I

CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO
DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES

1. MATEMÁTICA AVANZADA

A. FUNDAMENTACIÓN

El desarrollo ininterrumpido de nuevos y cada vez más potentes códigos para realizar modelado de sistemas físicos pone a disposición del profesional de las ciencias e ingeniería formidables herramientas de modelado y análisis cuyas bases son matemáticas.

Las técnicas de estudio propuestas en el Doctorado permiten interiorizarse en el modelado matemático resuelto con modelos computacionales utilizando métodos analíticos y métodos aproximados con las ventajas, complicaciones y limitaciones de cada uno.

La aplicación de las técnicas del análisis funcional a un problema determinado, permiten obtener y comprender el problema analítico a resolver, que mediante las técnicas del cálculo de variaciones se pueden obtener la ecuación diferencial y el problema de contorno a resolver. Luego, mediante soluciones analíticas si es posible o mediante diferentes métodos variacionales se puede resolver la mayoría de los problemas clásicos y muy complejos que se encuentran en diferentes áreas de la ingeniería. Un método muy renombrado que utiliza estas técnicas es el método de los elementos finitos.

B. JUSTIFICACIÓN

Este curso presenta las bases para lograr un tratamiento matemático riguroso en



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

problemas de ingeniería y para aplicar diferentes modelos, soluciones analíticas y numéricas del problema a resolver. Es por esto que proporciona un aporte muy importante de base a la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Materiales. Los conocimientos adquiridos sin duda proporcionarán herramientas matemáticas enriquecedoras para el desarrollo de las diferentes actividades que los doctorandos encontrarán durante su recorrido por la carrera.

C. OBJETIVOS

- Desarrollar, con rigor matemático, los conceptos básicos del álgebra lineal y análisis matemático en varias dimensiones y la presentación de aplicaciones de interés en ciencias e ingeniería.
- Desarrollar algoritmos para resolver problemas matemáticos, con un abordaje desde un punto de vista teórico y práctico.
- Aprender el manejo de herramientas matemáticas y computacionales, que permitan la aplicación de diferentes métodos teóricos y numéricos en los casos de estudio.

D. CONTENIDOS

- *Nociones sobre la topología de R^N* : El espacio euclídeo R^N . Puntos interiores. Conjuntos abiertos. Puntos adherentes. Conjuntos cerrados. Puntos de acumulación. Frontera de un conjunto. Métricas en R^N . Sucesiones en R^N .
- *Espacios lineales*: Concepto de espacio lineal. Subespacios de un espacio lineal. Conjuntos dependientes e independientes de un espacio lineal. Bases y dimensión. Transformaciones lineales. Operaciones algebraicas con transformaciones lineales. Transformaciones lineales y matrices. Matrices ortogonales y matrices especiales.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- *Límites y continuidad de funciones en espacios euclídeos*: Límites de funciones. Límites iterados. Continuidad de funciones. Continuidad uniforme.
- *Derivadas de funciones en espacios euclídeos*: Límites de funciones. Límites iterados. Derivadas y continuidad. Álgebra de derivadas. Derivación de funciones compuestas. Derivadas laterales y derivadas infinitas. Teoremas de Rolle y del valor medio. Fórmula de Taylor. Derivadas parciales y derivadas direccionales. Diferenciales. Diferenciabilidad de funciones. Derivadas sucesivas. Conmutabilidad. Derivación de funciones compuestas. Fórmulas matriciales. Extremos de funciones: Máximos y mínimos. Puntos estacionarios. Condiciones necesarias para la existencia de extremos. Extremos relativos condicionados. Multiplicadores de Lagrange.
- *La integral de Riemann*: La definición de la integral de Riemann. Sumas de Riemann. Propiedades de linealidad. Integración por partes. Cambio de variable en una integral de Riemann. Teoremas de comparación. Teorema fundamental del cálculo. Integrales múltiples. Propiedades. Cálculo de una integral múltiple mediante integrales iteradas. Teorema del valor medio para integrales múltiples. Derivación bajo el signo integral. Intercambio del orden de integración. Cambio de variables en un integral múltiple.
- *Integrales curvilíneas e integrales de superficie*: Integrales curvilíneas. Propiedades fundamentales. Integrales curvilíneas respecto de la longitud de arco. Funciones potenciales. Teorema de Green. Representación paramétrica de superficies. Integral de superficie. Cambio de representación paramétrica. Teorema de Stokes. El rotor y la divergencia de un campo vectorial. Teorema de la divergencia. Aplicaciones del teorema de la divergencia.
- *Ecuaciones diferenciales*: Ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores iniciales. Método de Runge-Kuta. Diferencias finitas para ecuaciones parabólicas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Convergencia, estabilidad y consistencia de esquemas en diferencias finitas. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Método de diferencias finitas. Problemas de contornos elípticos. Diferencias finitas para ecuaciones parabólicas. Convergencia, estabilidad y consistencia de esquemas en diferencias finitas.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

2. PROPIEDADES MECÁNICAS

A. FUNDAMENTACIÓN

Todos los materiales están expuestos a fuerzas externas capaces de generar una respuesta o no en ellos. La forma en la que reaccionan ante estos estímulos se conoce como propiedades mecánicas, las cuales pueden definirse también como propiedades físicas de los materiales. Estas propiedades físicas pueden describir el comportamiento de los materiales sólidos cuando se les aplica fuerzas como la tracción, la torsión y la comprensión.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



B. JUSTIFICACIÓN

Las propiedades mecánicas de los materiales, como elasticidad, plasticidad, maleabilidad, ductilidad, dureza, tenacidad y fragilidad, determinan el comportamiento de éstos bajo la acción de fuerzas externas continuas o discontinuas, estáticas, dinámicas o cíclicas que se ejercen sobre ellos. Por lo tanto, el estudio de las propiedades mecánicas de los materiales es muy importante al momento de elegir el material para construir un determinado objeto con aplicación tecnológica. De aquí la importancia de entender y medir las propiedades mecánicas de los materiales.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Al terminar el seminario, los doctorandos podrán:

Disponer de los conceptos que permitan analizar los diferentes mecanismos de deformación que pueden sufrir los diferentes materiales como metales, polímeros y cerámicos.

Objetivos específicos:

Que el alumno adquiera conocimientos sólidos sobre propiedades mecánicas y microestructura y que aprenda a relacionar el comportamiento mecánico macroscópico con la microestructura de los materiales.

D. CONTENIDOS

- *Elasticidad:* Conceptos de deformación, esfuerzos, energía elástica. Constantes elásticas, ley de Hooke, ecuación de equilibrio en los sólidos isotrópicos.
- *Defectos:* Teoría elástica de las dislocaciones; Caso general, dislocación de tornillo y de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



borde. Teoría elástica de defectos puntuales. Interacción entre dislocaciones rectilíneas. Interacción entre dislocación y esfuerzo aplicado. Interacción entre dislocación y defectos puntual. Tensión de línea. Fuerzas imágenes. Dislocaciones parciales.

- *Plasticidad*: Monocristales. Dinámica de las dislocaciones. Interacción entre dislocaciones. Esfuerzo de cedencia y endurecimiento por trabajo. Interacción entre defectos lineales y dislocaciones. Endurecimiento de aleaciones. Otros aspectos del comportamiento plástico.

- *Fractura*. Mecánica de la fractura. Aplicaciones. Consideración de la falla por fractura en el diseño de equipo.

- *Fatiga*: Curva S-N. Límite de fatiga. Iniciación de fisuras y su propagación. Rapidez de propagación de fisura. Ley de Paris. Factores que afectan la vida a la fatiga.

- *Termofluencia*. Mecanismos de difusión. Mecanismos de la termofluencia. Diseño con base en la termofluencia.

- *Influencia de la microestructura sobre las propiedades mecánicas*: Diagramas de fases de equilibrio. Transformaciones de fase en estado sólido. Tratamientos térmicos de las aleaciones metálicas. Otros mecanismos de endurecimiento. Aleaciones no-ferrosas. Endurecimiento por precipitación. Superplasticidad.

Propiedades mecánicas de los materiales cerámicos: Fractura frágil de los cerámicos. Comportamiento elástico. Cerámicas cristalinas y no cristalinas. Influencia de la porosidad. Dureza. Termofluencia. Vidrios, transición vítrea.

- *Propiedades mecánicas de los materiales poliméricos*: Tipos de polímeros. Comportamiento mecánico. Mecanismos de deformación de polímeros semicristalinos. Polímeros termoplásticos y termofijos. Viscoelasticidad. - Módulo de relajación.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Termofluencia viscoelástica. Elastómeros. Resistencia al impacto, fatiga, resistencia al desgarre. Aditivos.

- *Materiales compuestos*: Tipos de materiales compuestos. Compuestos reforzados con partículas. Compuestos reforzados con fibras. Requerimientos para la matriz. Refuerzos

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

3. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE TESIS

A. FUNDAMENTACIÓN

Este curso pretende aportar herramientas fundamentales con el fin de planificar la investigación que desarrollarán los/as doctorandos/as en sus Tesis y elaborar sus proyectos de investigación.

La elaboración de las Tesis constituye un proceso que demanda tiempo y un trabajo sistemático. Muchos de los obstáculos que aparecen en este proceso se relacionan con la invisibilización del quehacer específico a realizar. De esta forma, se trata de comprender



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



críticamente la integralidad del proceso de investigación que involucra la Tesis doctoral, más allá que en esta propuesta curricular se ahondará en algunos quehaceres relacionados con la elaboración del plan de trabajo, es decir, en diseñar la investigación y consolidarla en un proyecto. Este proceso no se puede considerar como una etapa aislada, donde meramente se escribe una propuesta en abstracto. Diseñar la investigación implica identificar con claridad la problemática a investigar, su contextualización, los aportes de otros investigadores/as en el campo de problemas en el que se inscribe la problemática elegida, visibilizar el propósito que se persigue y pensar cómo vamos a producir conocimiento guiados por los principales interrogantes que nos proponemos abordar en la tesis.

Para ubicar la propuesta de investigación es necesario partir del conocimiento de las corrientes epistemológicas más influyentes y familiarizarse con los conceptos fundamentales alrededor de los cuales giran las discusiones contemporáneas en el campo de las ciencias fácticas. Se considera necesario que los cursantes tengan un acercamiento a las líneas conceptuales y problemas teórico-metodológicos más relevantes de los estudios de la ciencia y la tecnología en las últimas décadas. Es por ello que, aunque esta propuesta pone el foco en el proceso de producción de conocimiento, los aspectos epistemológicos y debates teóricos son claves para poder formular una investigación de manera adecuada.

B. JUSTIFICACIÓN

La realización de las Tesis Doctorales tiene habitualmente un obstáculo que reside en la invisibilización del proceso de trabajo requerido para que las tesis se realicen adecuadamente, en tiempo y forma, y finalicen exitosamente. Esa invisibilización la denominamos



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

metafóricamente “caja negra” de la investigación. El propósito de este curso entonces es abrir esa “caja negra”, evidenciar los quehaceres requeridos para realizar una investigación de envergadura doctoral e iluminar los parámetros necesarios para el desarrollo de las mismas, particularmente en lo que respecta a la realización de los planes de tesis.

Los proyectos, diseños o planes de investigación para las tesis doctorales son un instrumento que tiene varias implicancias, entre ellas los requerimientos formales institucionales, pero también expresa la concreción textual de un proceso de identificación de problemas de investigación, preguntas, objetivos y metodologías adecuadas para llevar la investigación a cabo.

La investigación científico-tecnológica se desarrolla en un marco histórico determinado, con determinación de condiciones de acumulación de conocimiento hasta el momento, con las ideas que circulan en los ambientes académicos, en el seno de contradicciones acerca de las necesidades de desarrollo científico-tecnológicas específicas.

De esta forma, este curso tiene como propósito enseñarle a los doctorandos y las doctorandas a realizar su plan de tesis de Doctorado, brindándoles el apoyo necesario para realizar la planificación, diseño, y desarrollo de la tarea de investigación, como así también del manejo de herramientas para la redacción de la Tesis, conforme a las normas y convenciones aplicables al área de conocimiento, en el seno de los debates epistemológicos y teóricos contemporáneos.

C. OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Propiciar un espacio de reflexión y producción sistemática acerca de los principales



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



quehaceres a realizar para planificar el proceso de investigación que conlleva la realización de las tesis.

- Valorizar la actividad de planificación, en tanto quehacer a realizar a lo largo de la investigación.
- Aportar herramientas metodológicas para la elaboración de los planes de tesis.
- Propiciar diferentes instancias de trabajo individual y colectivo que posibiliten la identificación de obstáculos y la identificación de estrategias diversas para enfrentarlos.
- Visibilizar y reflexionar acerca de los procedimientos involucrados en la confección del plan de tesis
- Comprender los paradigmas del desarrollo científico-tecnológico contemporáneo en relación con la complejidad multidisciplinaria
- Reconocer las diferentes metodologías propuestas en la investigación científica y tecnológica.

Objetivos específicos:

- Analizar críticamente las diversas perspectivas teóricas en los abordajes sobre ciencia, tecnología y sociedad;
- Conocer las diferentes instancias metodológicas del proceso de investigación: campo problemático, construcción del objeto de estudio y/o de intervención, objetivos, hipótesis, variables y técnicas, así como su articulación, pertinencia, coherencia y operacionalidad.
- Identificar relaciones entre bases metodológicas de investigación, proyectos de tesis concretos, reconociendo métodos aplicados, corrientes teóricas que lo sustentan, así como formas y perfiles de inserción en el ámbito público y el ámbito privado.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Adquirir los conocimientos técnicos necesarios para elaborar proyectos de investigación, incluyendo técnicas y métodos para el desarrollo de investigaciones, herramientas específicas para la formulación y elaboración de proyectos de investigación y tesis de doctorado, así como nociones sobre los problemas y etapas fundamentales de la investigación científica.
- Conocer las distintas fuentes de financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo, tanto nacional como internacional.

D. CONTENIDOS

La problemática de la investigación y el campo de problemas: El conocimiento científico y sus bases epistemológicas. Especificidad y características del conocimiento científico. El problema y la factibilidad para su abordaje. Justificación de la relevancia del problema en el contexto histórico-socio-tecnológico en el que tiene lugar. La formulación de interrogantes: su jerarquización. Identificación y valorización del conocimiento preexistente del campo empírico. Perspectiva paradigmática y contribuciones/aportes de otros estudios, investigaciones y desarrollos tecnológicos anteriores. El problema en el contexto del conocimiento científico preexistente. Base bibliográfica y de documentación. Los principales ámbitos de búsqueda para la identificación de los antecedentes.

Objetivos y estrategia metodológica: La lógica del análisis y de la investigación. El proceso de investigación. Los objetivos de la investigación generales y específicos. El sentido y los alcances de las hipótesis de trabajo. Análisis de factibilidad: posibilidades y limitantes de la investigación. Estrategia metodológica y su consistencia con los objetivos propuestos, fundamentación de la estrategia y técnicas de obtención de evidencia empírica. Selección



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



y fundamentación de unidades contextuales: delimitación de casos/unidades de análisis. El muestreo intencional en la investigación. Ubicación en tiempo y espacio. Identificación de espacios/niveles de análisis. La delimitación de dimensiones de análisis (consistencia con las dimensiones del problema y los objetivos de la investigación). Técnicas de relevamiento de datos: fuentes primarias y secundarias. Elaboración del cuadro de consistencia.

La comunicación científica: La comunicación científica y la escritura científica. Producciones para difusión de conocimiento científico: artículos de investigación, abstract, ponencia, poster. Proyectos de tesis y Tesis: Etapas de planificación, producción y comunicación de resultados.

Formatos para el proyecto de investigación: Diseño y organización del trabajo de investigación. Marcos metodológicos. Comunicación y presentación de resultados de investigación. Estructura. Insumos para la redacción del Plan. El plan de actividades – según estimaciones de tiempo. Delimitación de fases del proceso. Estilos de escritura académica: ejemplos. Fuentes de financiamiento: subsidios, becas, etc. Vinculaciones académicas y productivas.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de OCHENTA (80) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrolla en modalidad taller con una combinatoria de clases teóricas-expositivas. De esta forma, se espera construir un ambiente propicio para que cada doctorando pueda, colaborativamente, ir exponiendo y problematizando los aspectos de su investigación. Se trata de un taller en el cual se



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

propone adentrarse en la arquitectura específica del quehacer investigativo, en la etapa de elaboración del Plan de Tesis.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación del Plan de Investigación.

4. CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES Y SUS PROCESOS: CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE

A. FUNDAMENTACIÓN

El avance tecnológico en la ingeniería civil ha posibilitado dar respuesta a problemáticas que afectan a las poblaciones, contribuyendo al crecimiento y modificación de ciudades, brindando soluciones a la industria y también generando impactos en aspectos socio-económicos y ambientales. La perspectiva de la sostenibilidad se incorporó a la sociedad como un eje fundamental para el desarrollo y la preservación del ambiente en pos de la mejora de la calidad de vida de las personas.

El desarrollo de construcciones sostenibles y de materiales que sigan estos lineamientos es una manera de propender a la planificación estratégica de ciudades resolviendo los problemas en forma integral con acciones que promuevan el surgimiento de nuevos materiales incorporando la visión de un desarrollo en los espacios urbanos y rurales, cuidando la gestión de los recursos naturales y el cuidado medioambiental.

B. JUSTIFICACIÓN

La formación de profesionales e investigadores de la ingeniería vinculada específicamente a la



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



construcción sostenible y a los materiales que en ella se utilizan es una contribución al conocimiento específico en este campo complejo. En tal sentido, se contribuye a formar investigadores capaces de generar conocimientos innovadores, para contribuir a mitigar los problemas ambientales y el uso de tecnologías apropiada en el contexto nacional e internacional, que constituyan aportes significativos al conocimiento en materia de construcciones sostenibles planificadas y gestionadas preservando la calidad medioambiental.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Comprender en profundidad las concepciones de la sostenibilidad aplicadas a las construcciones, sus procesos y materiales constitutivos e innovaciones preservando la calidad y el medioambiente.

Objetivos específicos:

- Estudiar el concepto de sostenibilidad aplicado al territorio urbano, rural y a sus estructuras morfológicas y de comportamiento dinámico.
- Identificar los instrumentos de planificación estratégica, de gestión de la calidad y ambiental. Aplicación de modelos a todos los procesos de las construcciones.
- Conocer el marco normativo nacional e internacional para la evaluación de construcciones civiles y aplicación.
- Profundizar el conocimiento de desarrollo tecnológico de materiales tradicionales y no tradicionales, sus componentes y ciclo de vida.

D. CONTENIDOS

Sostenibilidad, concepción, marco teórico y aplicación. Construcción sostenible.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Sostenibilidad y ciclo de vida. Etapas del ciclo de vida de las construcciones, sus materiales componentes e intervenciones posibles.

Marco normativo nacional e internacional de aplicación sobre sostenibilidad en la construcción, gestión de la calidad y ambiental. Evaluación de la calidad e impacto ambiental. Reglamentaciones.

Uso sostenible de recursos naturales. Materiales tradicionales y no tradicionales, reciclados utilizados en construcciones civiles sostenibles. Morfología, propiedades y comportamiento.

Desarrollo e innovación en materiales y productos tecnológicos especiales orientados a la sostenibilidad. Mezclas de hormigón, morteros y aglomerados asfálticos con propiedades especiales. Durabilidad, resistencia e intercambio con el medio ambiente.

Procesos constructivos. Estandarización de procesos industriales. Control, gestión sostenible, de la calidad y ambiental. Evaluación y mejora. Modelos de implementación.

Gestión de Residuos constructivos, aprovechamiento con enfoque sostenible. Reciclados. Construcción industrializada.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

5. MECÁNICA CUÁNTICA I

A. FUNDAMENTACIÓN

En el estudio de los materiales es fundamental conocer la interacción microscópica entre átomos, moléculas y estructuras cristalinas. Estas interacciones están gobernadas por la mecánica cuántica. En consecuencia, es imprescindible tener un conocimiento completo de la mecánica cuántica tanto respecto de los estados estacionarios como de la evolución dinámica. Los conceptos de la mecánica cuántica no son intuitivos y demandan un esfuerzo importante, tanto del profesor como de los alumnos para comprenderlos. Los seres humanos tenemos los sentidos adaptados al mundo macroscópico y somos totalmente ciegos respecto de los conceptos cuánticos. Así como un ciego de nacimiento no podrá apreciar un cuadro de Van Gogh tampoco nosotros podemos apreciar la “belleza” de la mecánica cuántica. Pero, en ambos casos se podrá procesar la información matemáticamente y esa será la base de trabajo del curso.

B. JUSTIFICACIÓN

Resulta imprescindible aplicar el formalismo cuántico para describir las estructuras de los cristales. Es el único camino para entender con funcionan los semiconductores, los superconductores incluso el comportamiento electrónico en un conductor normal. El efecto fotoeléctrico es de uso normal en la tecnología moderna. Este efecto permitió que Einstein



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

recibiera el premio Nobel y marcó el comienzo de la verificación experimental de la cuantificación de la energía.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

El alumno deberá poder entender investigaciones, desarrollos y trabajos científicos de materiales, basados en el formalismo cuántico.

Objetivos específicos:

Al terminar el curso, los doctorandos podrán:

- Disponer de los conceptos que permitan analizar las estructuras microscópicas de los materiales.
- Entender procesos de nuevas tecnologías basadas en mecánica cuántica.
- Entender desarrollos innovadores en el tema de materiales, relacionados con la dualidad onda partícula.
- Disponer de los conceptos que permitan analizar los materiales conociendo temas como por ejemplo la identificación de elementos por rayos X en un microscopio electrónico.
- Entender procesos de nuevas tecnologías basadas en los desarrollos de la física en la primera mitad del siglo XX.

D. CONTENIDOS

- Radiación térmica y origen de la mecánica cuántica. Emisión de radiación electromagnética por cargas aceleradas. Emisión y absorción en superficies. Radiación del cuerpo negro. Ley de Wien. Teoría de Raleigh y Jeans. Distribución de Boltzman. Teoría de Planck.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Electrones y fotones. Rayos catódicos. Relación e/m para electrones. Carga y masa del electrón. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Dualidad onda-fotón.
- Teoría de Bohr para el átomo. Espectro atómico. Postulados de Bohr. Átomo de Bohr. Estados de energía atómica. Principio de correspondencia. Faja principal de la teoría.
- Partículas y ondas. Postulado de De Broglie. Principio de incertidumbre.
- Teoría de Schrödinger de la Mecánica Cuántica. La ecuación de ondas. Función de onda. Ecuación estacionaria. Cuantificación de la energía. Valor de expectación y operadores diferenciales.
- Átomos. Números cuánticos, autovalores. Densidad de probabilidad. Impulso angular cuántico. Momentos magnéticos orbitales. Efecto de momento magnético externo. Experimento de Stern y Gerlach, spin del electrón. Interacción spin –órbita. Efecto Zeeman. Estructura hiperfina. Vida media y ancho de línea.
- Rayos X. Espectro de rayos X: continuo y discreto. Dispersión de rayos X. Producción de pares. Positrones. Las antipartículas. El PET (Positron emisión Tomography). Identificación de materiales con rayos X característicos.
- El núcleo, protones y neutrones. Radiactividad alfa, beta, gamma y fisión. Los neutrinos. La antimateria: el positrón. El PET. Medicina nuclear. Radiofármacos. Tabla de nucleídos. Inestabilidad nuclear. Período de semidesintegración. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Máquinas termonucleares. Combustión en las estrellas, supernovas, estrellas de neutrones y agujeros negros.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SETENTA (70) horas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

6. MECÁNICA CUÁNTICA II

A. FUNDAMENTACIÓN

En el estudio de los materiales es fundamental conocer la interacción microscópica entre átomos, moléculas y estructuras cristalinas. Estas interacciones están gobernadas por la mecánica cuántica. En consecuencia, es imprescindible tener un conocimiento completo de la mecánica cuántica tanto respecto de los estados estacionarios como de la evolución dinámica. En un primer curso, *Mecánica Cuántica I*, se sentaron las bases para un conocimiento intuitivo y matemático de la teoría. En este curso se profundizará el formalismo matemático para que pueda aplicarse a casos concretos. Algunos de esos ejemplos se expondrán en el curso y otros se plantearán a los alumnos para su ejercitación.

B. JUSTIFICACIÓN

Resulta imprescindible aplicar el formalismo cuántico para describir las estructuras de los materiales sólidos. Es el único camino para entender con funcionan los semiconductores, los superconductores incluso el comportamiento electrónico en un conductor normal. El



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

uso de materiales superconductores se está incrementando en la tecnología moderna (futuros reactores de fusión, trenes levitados, etc.). Se hace imprescindible en consecuencia dominar las tres estadísticas fundamentales: la clásica (Maxwell) y las cuánticas: fermiones y bosones.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

El alumno deberá poder generar investigaciones, desarrollos y trabajos científicos de materiales, basados en el formalismo cuántico.

Objetivos específicos:

Al terminar el curso, los doctorandos podrán:

- Analizar las estructuras microscópicas de los materiales y generar alternativas y aplicaciones tecnológicas en base a los conocimientos cuánticos adquiridos.
- Desarrollar procesos de nuevas tecnologías basadas en mecánica cuántica.
- Proponer desarrollos innovadores en el tema de materiales, relacionados con la dualidad onda partícula.
- Disponer de los conceptos que permitan analizar los materiales conociendo temas como, por ejemplo, la difracción de Bragg, el análisis de elementos mediante fluorescencia X o el uso del microscopio de barrido electrónico.

D. CONTENIDOS

- Los cuatro postulados en que se puede basar la mecánica cuántica. Evolución de un paquete de ondas. La incerteza ¿un principio?
- El espacio de Hilbert. Operadores y magnitudes observables. Representación y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

realización. Autovectores y autovalores. Operadores hermíticos. Descomposición espectral.

- El operador matriz densidad. Ejemplo con la serie de Balmer. Relación con la luz polarizada. Concepto de entropía informacional. Significado de los términos fuera de la diagonal.
- Indistinguibilidad. Paradoja de Gibbs. Relación con la termodinámica. Estados cuánticos puros y mezcla estadística.
- Semialgebra de Lie. Evolución dinámica, teorema de Ehrenfest y relación con la entropía informacional. El ciego y los colores: ejemplo.
- Ecuación de Schrödinger. El Hamiltoniano. Representación de Schrödinger y representación de Heisenberg. Constantes de movimiento. Autoestados de energía. Sistemas integrables.
- Oscilador armónico. Potencial óptico. Ecuación de continuidad. Ecuación de Liouville. Operador paridad. “Colapso de la función de onda”. Operadores con espectro no ligado.
- Ecuación de Schrödinger unidimensional. Onda incidente, transmitida y reflejada. Barrera de potencial. Pozo cuadrado. Pozo infinito. Funciones pares e impares. Autofunciones y autovalores del oscilador armónico unidimensional.
- Segunda cuantificación. Operadores de creación y aniquilación. Autofunciones de Bloch. Modelo elemental de sistema cristalino: Hamiltoniano periódico. Relación de dispersión. Banda de conducción y banda de valencia. Gap prohibido.
- “Teorías” físicas, clasificación. Sistemas en tres dimensiones. Simetría esférica. Momento angular. Conmutación. Autovalores y autovectores azimutales. Polinomios asociados de Legendre: armónicos esféricos. Solución general en simetría esférica. Estados del átomo de hidrógeno. Estados degenerados.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Operador impulso angular, autovectores y autovalores, el spin y las matrices de Pauli, factor giromagnético, experimento de Stern-Gerlach, experimentos secuenciales, momento magnético del electrón. Composición J-S. Interacción spín órbita. Reglas de conmutación.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

7. CAMBIO TECNOLÓGICO Y MUTACIONES DEL ORDEN ECONÓMICO INTERNACIONAL

A. FUNDAMENTACIÓN

El cambio tecnológico es un factor fundamental del crecimiento y desarrollo socioeconómico de los países, y a su vez un elemento decisivo de los ciclos asociados a los procesos sistémicos de acumulación que definen las sucesivas etapas de transformación del orden económico mundial.

Según la concepción sistémica, el cambio tecnológico de un país, grande o pequeño, y su posicionamiento global responde a la problemática de las capacidades tecnológicas



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



domésticas y al flujo de tecnología externa que ingresa en forma incorporada en los bienes y servicios importados, o desincorporada, como las patentes, los diseños y los procesos aplicados o transferidos. Actualmente la rivalidad entre los principales centros de poder mundial por el control de las tecnologías protagónicas de la llamada "cuarta revolución industrial" y de la economía verde, rivalidad presente en las medidas proteccionistas, las retaliaciones y las negociaciones entre las principales potencias globales, revela que está en marcha un proceso profundo de transformación del paradigma tecnoeconómico y su correlato de reacomodamiento del orden económico mundial. Estos conflictos repercuten fuertemente en los países en desarrollo como Argentina, en sus sistemas innovativos y en sus políticas de inserción internacional y de desarrollo, a su vez, condicionadas por las tensiones del escenario global, pero también abren oportunidades que es necesario identificar y desarrollar.

B. JUSTIFICACIÓN

La formación de profesionales e investigadores de la ingeniería en la comprensión e interpretación de las condiciones de contexto global, regional y nacional desde una perspectiva interdisciplinaria, es una contribución a su capacidad de internalizar y proyectar distintos escenarios; evaluar posibles alternativas estratégicas de posicionamiento de las empresas y de las trayectorias individuales, incluyendo sus planes de carrera; de identificar oportunidades y de tomar decisiones desde la visión de un horizonte amplio en un mundo globalizado, a pesar de las marchas y contramarchas de este proceso.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Al terminar el curso, los doctorandos podrán: disponer de los conceptos e instrumentos que permitan analizar los conocimientos sustantivos de la economía del cambio tecnológico, contextualizar el desarrollo en la economía y la sociedad contemporáneas, y su vinculación con las mutaciones en el orden económico internacional.

Objetivos específicos:

- Estudiar el concepto de cambio tecnológico y su relación con el desarrollo.
- Identificar las principales variables de los paradigmas tecnoeconómicos y su interrelación.
- Conocer el concepto de ciclo de larga duración y ciclo hegemónico y su vinculación con el cambio tecnológico.
- Profundizar en el marco nacional e internacional de las políticas de la innovación científico-tecnológica y su vinculación con las tendencias actuales del orden económico mundial.

D. CONTENIDOS MÍNIMOS

Los vínculos entre el desarrollo y el cambio tecnológico.

Políticas para el desarrollo económico: la política industrial, la política comercial y la política tecnológica. Una perspectiva histórica.

Instituciones y desarrollo económico.

El modelo de desarrollo como concepción de la regulación.

Los paradigmas tecnoeconómicos. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos.

Las fases de transformación y la sucesión de paradigmas.

Los ciclos económicos y su vinculación con el cambio tecnológico.

Las fases regulares de los ciclos hegemónicos.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Ciclos de larga duración y ciclos hegemónicos.

El enfoque sistémico del cambio tecnológico. La innovación como proceso social y sus actores.

El cambio tecnológico y la inserción internacional.

El escenario internacional como condicionante y oportunidad para el desarrollo y el cambio tecnológico.

Las políticas de la innovación científico-tecnológica y su vinculación con las tendencias actuales del orden económico mundial.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación. Su relación con la estructura productiva, el régimen de acumulación y la especialización. El marco regulatorio.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

8. ONDAS ELÁSTICAS EN SÓLIDOS

A. FUNDAMENTACIÓN

La propagación de las ondas elásticas en los sólidos cobra en los últimos años verdadera



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

importancia por las múltiples aplicaciones en distintos sitios de la ciencia que van desde áreas tan distintas como la nanotecnología a la geología. Conocer y ampliar el conocimiento del alumno a esta zona de las ondas elásticas le aumenta el campo de posibilidades laborales e intelectuales.

B. JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de los cursos de Física se pasa por alto el particular comportamiento que manifiesta una onda elástica cuando se propaga en un sólido. El conocimiento de este comportamiento posibilita la caracterización del medio y el diseño de nuevos componentes.

C. OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen con el dictado del curso son que el alumno se familiarice con los fenómenos que se exponen, que le encuentre sentido y posibles aplicaciones.

D. CONTENIDOS

Ondas elásticas en 1D, generalidades, ecuación diferencial, solución de D'Alembert, Anisotropía y Homogeneidad.

Generalización de la ley de Hooke, Tensor de tensiones, tensor de deformación, simetría de los tensores, tensor de las constantes elásticas.

Ondas en 3D, ondas P, ondas S, velocidad de propagación, ondas superficiales, ondas de Rayleigh, ondas de Love, velocidad, características.

Ondas dispersivas, velocidad de fase y de grupo, Fourier, paquete de onda, ondas de Lamb, software para el cálculo de la velocidad de fase y de grupo, vector polarización.

Ondas en sólidos anisótropos, cálculo del tensor de Christoffel, autovalores y autovectores,



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

relación de dispersión, caso de distintas estructuras cristalinas.

Birrefringencia en sólidos, generalización a otras estructuras, aplicaciones a sísmica y a nanotecnología.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

9. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES

A. FUNDAMENTACIÓN

La simulación computacional se ha convertido en los últimos años en una tercera forma de hacer ciencia, que se sitúa en algún punto entre los experimentos y la teoría analítica. Es complementaria a estas dos formas tradicionales de metodología científica y se beneficia de ambas para el desarrollo de modelos computacionales suficientemente precisos, para investigar los fenómenos de interés. A su vez, tanto los experimentos como la teoría, necesitan de las simulaciones para interpretar resultados o verificar modelos analíticos. Con el aumento exponencial del poder de cómputo y las mejoras de los algoritmos y modelos, se



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

está actualmente en un período muy excitante de este campo, en el cuál los experimentos, desde escalas espaciales y temporales altas y las simulaciones, desde escalas pequeñas, están convergiendo para poder investigar fenómenos físicos o químicos de interés con precisiones espaciales y temporales sin precedentes hasta hace muy poco tiempo. Las simulaciones pueden estudiar hoy sistemas tan variados como gases, líquidos, sólidos, problemas biológicos, dispositivos nanoscópicos y muchísimos otros, en escalas desde Angstroms o nanómetros hasta micrómetros o incluso milímetros, para modelos sencillos.

B. JUSTIFICACIÓN

Los que realicen el curso podrán identificar las técnicas de simulación más importantes y su potencial en la resolución de problemas en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Los fundamentos de la Ingeniería de Materiales Computacional y los fundamentos de las técnicas de simulación atómica.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Al terminar el seminario, los doctorandos podrán disponer de los conceptos que permitan simular diferentes propiedades termofísicas de diferentes materiales a escala microscópica.

Objetivo específico:

Tiene como objetivo específico brindar a estudiantes de posgrado y jóvenes investigadores en las áreas de Física, Química, Computación, Ingeniería, Materiales y afines de los conceptos teóricos y herramientas necesarias para utilizar los métodos de simulación computacional en el desarrollo de sus temas de investigación relacionados con la ciencia de materiales.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

D. CONTENIDOS MÍNIMOS

Métodos ab initio Aplicaciones a sistemas de fullerenos, a defectos en cristales, propiedades magnéticas y electrónicas entre otras. Método de Montecarlo Procesos estocásticos, procesos de Markov, ergodicidad. Algoritmos para la simulación por Monte Carlo Aplicaciones. Dinámica molecular. Generación de potenciales, Ecuaciones fundamentales. Aplicaciones en metales. Método BFS. Sus aplicaciones al estudio de aleaciones multicomponentes, aleaciones superficiales, segregación superficial, aleaciones de alta entropía etc.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

10. MATERIALES ADSORBENTES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

A. FUNDAMENTACIÓN

El agua es un bien escaso y presenta gran relevancia en la economía mundial, por ser indispensable para la vida humana. Además, es fundamental en diversas actividades como



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



la agricultura y la industria, acarreado como consecuencia una demanda que se incrementa y que genera grandes volúmenes de agua residual que requieren ser tratados antes de su disposición final. El sostenimiento del medio ambiente requiere de tratamientos primarios, secundarios y terciarios que lo garanticen.

Una parte importante de las operaciones unitarias en Ingeniería Química está relacionada con el problema de modificar la composición de soluciones y mezclas mediante métodos que no impliquen, necesariamente, reacciones químicas. Por lo general, estas operaciones se encaminan a separar distintos compuestos de los sistemas materiales que componen. Entre los métodos de separación más ampliamente difundidos se encuentra el proceso de adsorción. Esta operación aprovecha la capacidad especial de ciertos sólidos, para hacer que determinadas sustancias específicas de una solución gaseosa o líquida se concentren en su superficie. Los procesos de adsorción son de un alcance integral abarcando los campos de la física, la biología y la química. Por otra parte, el desarrollo de la tecnología asociada a estos procesos involucra distintos campos tecnológicos.

La adsorción es ampliamente utilizada en sistemas de tratamientos de efluentes industriales. Se emplea especialmente en tratamientos terciarios, con el fin de remover contaminantes que se encuentran en concentraciones superiores a los límites máximos permitidos por las normas vigentes. También, se aplican métodos de adsorción para el acondicionamiento de aguas para consumo humano.

Entre los aspectos positivos de la adsorción como método de tratamiento de efluentes industriales cabe señalar:

- ✓ La capacidad para trabajar eficazmente en un rango de concentraciones.
- ✓ La flexibilidad del equipamiento frente a variaciones de caudal y concentración.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- ✓ Las moderadas necesidades de espacio y la facilidad de automatización.
- ✓ La factibilidad de regenerar el material adsorbente.
- ✓ La posibilidad de recuperar sustancias retenidas cuando ello resulte de interés económico.

B. JUSTIFICACIÓN

La contaminación de aguas superficiales como consecuencia de la actividad antrópica afecta a una parte significativa de la población más vulnerable. Por ello, resulta imprescindible desarrollar métodos y tecnologías para la remediación del agua en las áreas afectadas. Como ya se ha señalado, uno de los aspectos de importancia, es el desarrollo de tecnologías vinculadas a los procesos de adsorción de contaminantes de efluentes de distinto origen.

Otro aspecto sería la posibilidad de explorar la capacidad adsorptiva de nuevos materiales, analizando sus características texturales, morfológicas y fisicoquímicas. Esencialmente es imprescindible mostrar el desarrollo de sólidos adsorbentes de elevada disponibilidad, económicos y con la posibilidad de reutilizarlos en forma eficiente. También, se observa relevante la idea del aprovechamiento de materiales que la naturaleza nos provee en forma abundante y que tienen la potencialidad de ser empleados con tratamientos de acondicionamiento de bajo costo. La puesta en valor de residuos y subproductos industriales es uno de los conceptos abordados en la optimización de procesos.

En este contexto, el diseño de nuevos materiales y el estudio de su eficiencia en la remoción de contaminantes es de elevado interés en el diseño del tipo de operación unitaria estudiada.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Presentar y estudiar la capacidad especial de ciertos sólidos, para hacer que determinadas sustancias específicas de una solución gaseosa o líquida se concentren en la superficie de los mismos; y explorar campos de la fisicoquímica, la química y el desarrollo de la tecnología asociada a estos procesos involucrando distintos campos de la Ingeniería.

Objetivos específicos:

- Describir distintos materiales adsorbentes, sus características y propiedades.
- Explicar diferentes métodos que permiten sintetizar estos materiales de acuerdo a la utilización que se dispondrá para los mismos.
- Estudiar diferentes técnicas de caracterización de sólidos.
- Exhibir ensayos de rendimiento en la remoción de contaminantes, empleando los materiales adsorbentes descriptos.
- Analizar la situación termodinámica del equilibrio en los procesos de adsorción, mediante el estudio de las isothermas correspondientes.
- Examinar la rapidez del proceso adsorptivo mediante el estudio de modelos cinéticos de distinto tipo.
- Desarrollar conceptualmente las distintas características de la operación de adsorción tanto en sistemas batch como en procesos continuos.

D. CONTENIDOS MÍNIMOS

Fundamentos de adsorción y materiales adsorbentes: Aplicación en el tratamiento de aguas residuales. Naturaleza de los procesos de adsorción. Tipos de materiales adsorbentes.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Materiales carbonosos. Factores que afectan la adsorción física: temperatura, naturaleza del solvente, área superficial específica, estructura porosa, pH de la solución y el efecto de la presencia de sales inorgánicas. Desorción y reutilización. Desactivación. Carbones activados y otros materiales. Caracterización de sólidos adsorbentes Termodinámica de las operaciones de adsorción. Relaciones de equilibrio clásicas. Cinética de adsorción en procesos batch. Difusión superficial y Etapa de adsorción – desorción

Operaciones unitarias de adsorción en sistema discontinuo y continuo: Operación en procesos batch. Diseño de sistemas de una etapa. Diseño de sistemas de adsorción en multietapa. Optimización. Métodos de regeneración. Operación de adsorbedores de lecho fijo.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. Las clases serán teórico-prácticas con el objetivo de desarrollar el marco conceptual que abarca los temas planteados, y las posibles herramientas de cálculo apropiadas. Se propone un marco de discusión sobre los temas abordados y el análisis algunos resultados de publicaciones científicas vinculadas a los mismos. Se intentará vincular alguno de los casos explorados con la realidad profesional del área tecnológica en estudio.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

11. GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL

A. FUNDAMENTACIÓN

El conocimiento geológico es de indudable importancia para la formación de profesionales en el campo de la Ingeniería Civil. Frecuentemente, el Ingeniero enfrenta situaciones problemáticas que requieren la aplicación de criterios derivados de la geología. Comprender el origen, las propiedades, los métodos de estudio y la sistemática de rocas, suelos y comprender los ambientes geológicos y geomorfológicos brinda herramientas fundamentales para la optimización de recursos, el desarrollo y la planificación de obras de infraestructura eficientes y sustentables que reduzcan el impacto sobre el Medio Ambiente.

B. JUSTIFICACIÓN

Dado que la formación de grado no siempre llega a cubrir todos los aspectos necesarios que hacen al perfil profesional del Ingeniero Civil en temas geológicos, se propone complementar los conocimientos adquiridos durante la etapa de grado, ahondando en contenidos geológicos específicos. Así mismo, en este curso se aportarán los conceptos necesarios para capacitar a los participantes en la interpretación de informes y mapas geológicos, de gran utilidad para facilitar la interacción entre ambas disciplinas durante el trayecto profesional.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Aportar conocimientos elementales de Geología general que sean de utilidad para alcanzar un mayor entendimiento y una comprensión integrada de la utilización de rocas y suelos, como materiales de construcción y/o como estructuras o asentamiento de obras civiles.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Objetivos específicos:

- Introducir a los alumnos a la geología general desde los inicios de la formación del planeta y la evolución del mismo hasta nuestros días, como marco general para la comprensión de la dinámica del planeta y sus características particulares.
- Explicar los diferentes procesos geológicos que dan origen a los distintos tipos de minerales, rocas y suelos teniendo en cuenta la geodinámica interna (endógena) y externa (exógena) y sus relaciones.
- Impartir conocimientos generales para realizar el reconocimiento de los distintos tipos de minerales y rocas (principalmente de aquellos con mayor aplicación como material de construcción) y de las técnicas de estudio petrográficas más utilizadas.
- Exponer los procesos tectónicos que generan las principales estructuras geológicas y sus manifestaciones en el relieve como claves para la comprensión del terreno, ya sea en forma directa por observaciones de campo, como en forma indirecta a través de mapas geológicos e imágenes de satélite.
- Aportar conocimientos básicos acerca de las técnicas y métodos de estudios de campo para la evaluación de los macizos rocosos.

D. CONTENIDOS

- Origen de la Tierra y composición. La corteza terrestre. Tectónica de placas. Principales eventos geológicos.
- Mineralogía. Principales minerales formadores de rocas. Minerales de alteración, orígenes, identificación y problemas relacionados con su presencia. Métodos de estudio mineralógico más utilizados.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Origen y formación de los principales tipos de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas. Texturas y fábricas ígneas y metamórficas. Métodos de estudio e identificación. Propiedades geotécnicas, comportamiento como materiales de construcción. Normas IRAM.
- Génesis de suelos, factores de formación, procesos pedogenéticos. Propiedades físicas, hídricas y químicas, técnicas para su determinación en campo y laboratorio. Clasificación. Cartografía. Degradación química y física de suelos y su relación con las propiedades geotécnicas y problemáticas ambientales.
- Geomorfología: principales ambientes (eólico, fluvial, costero y glacial) depósitos y formaciones superficiales (geoformas). Análisis y prevención de riesgos geológicos.
- Geología Estructural. Principales estructuras: pliegues, fallas, diaclasas, discontinuidades. Características y reconocimiento en campo y en imágenes satelitales. Representación cartográfica.
- Exploración y evaluación de yacimientos de rocas de aplicación. Métodos de prospección directos (muestreo y perforaciones) e indirectos (estudios geofísicos): conceptos generales y evaluación de la información. Explotación de minas y canteras, aspectos ambientales.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

12. INTRODUCCIÓN A LOS POLÍMEROS

A. FUNDAMENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La materia blanda y los compuestos poliméricos están cada vez más insertos en el mundo ingenieril, sin embargo, no es una materia que se dicte en los cursos de grado de las distintas ingenierías.

Las familias tradicionales de polímeros sintéticos emergieron en el curso del siglo pasado y su producción mundial, medida en volumen, supera largamente a la producción del acero. Sus aplicaciones se han extendido desde áreas tradicionales (empaquetamiento, pinturas y recubrimientos, laminados, mobiliario y artefactos, etc.) a sectores que requieren el uso de materiales de altas prestaciones como la salud, la industria aeroespacial, el sector automotriz, la electrónica, indumentaria y equipamiento deportivo, etc. Nuestra vida cotidiana actual sería inimaginable en ausencia de los materiales basados en polímeros sintéticos. El conocimiento científico sobre los polímeros ha acompañado el desarrollo industrial desde sus inicios, con un aumento exponencial en publicaciones y patentes desde mediados del siglo pasado.

B. OBJETIVOS

Objetivo general:

Al terminar el curso los doctorandos podrán comprender los principios fundamentales de la



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ciencia de los polímeros, y definir de manera clara la composición y creación de polímeros y materiales compuestos. A su vez podrán analizar y clasificar los polímeros de acuerdo a su estructura física, química, como así también por sus diferentes propiedades.

Objetivos específicos:

- Introducir a los alumnos en el tema de la materia blanda y los compuestos poliméricos.
- Exponer la caracterización de la estructura y propiedades de los polímeros
- Analizar los diversos procesos de polimerización

C. CONTENIDOS

Caracterización: peso molecular y distribución - Orden y morfología en el estado sólido - Compatibilidad-Transiciones – Degradación – Síntesis – Procesamiento - Reología - Propiedades mecánicas - Viscoelasticidad lineal - Superposición tiempo/temperatura - Ensayos dinámicos – Clasificación - Fenómenos sinérgicos - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas - Refuerzos: fibras de vidrio, grafito y poliamidas – Híbridos – Interfases - Diseño y manufactura - Propiedades elásticas - Teoría de laminados - Micromecánica de la fractura - Aspectos estadísticos de la falla de compuestos.

D. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

E. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



F. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

13. INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA VEHICULAR

A. FUNDAMENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Los desafíos que afronta la sociedad respecto a las mejoras de la seguridad y la eficiencia de los vehículos, implican profundizar el conocimiento del comportamiento dinámico del vehículo, el que está íntimamente ligado a las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que forman su estructura y componentes sus componentes para poder desarrollar modelos matemáticos avanzados que permitan lograr vehículos más seguros y comprometidos con el cuidado del medio ambiente.

Es fundamental el conocimiento de las leyes que rigen la dinámica de vehículos para así determinar las propiedades que deben tener los materiales que conforman los sistemas del vehículo para mejorar la seguridad y la eficiencia de los mismos.

B. OBJETIVOS

Objetivo general:

El alumno deberá ser capaz de entender y crear modelos dinámicos que permitan definir los requisitos a cumplir por los materiales de los sistemas y componentes del vehículo.

Objetivos específicos:

- Ser capaces de determinar las prestaciones de los vehículos a partir de sus características iniciales, tren de potencia y características de la superficie de rodadura.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Analizar e interpretar la influencia de los neumáticos en el comportamiento dinámico del vehículo con especial atención a las resistencias al movimiento, capacidad tractora y seguridad (proceso de frenado y comportamiento lateral).
- Analizar el proceso de frenado y condiciones que determinan la distancia de frenado, estabilidad y control direccional, en maniobras de frenado. Calcular distancias de frenado y otros elementos que determinan el comportamiento del vehículo.
- Analizar y evaluar el comportamiento del vehículo en maniobras de giro, tanto a baja como a alta velocidad. Condiciones de derrape, umbral de vuelco y comportamiento virado.

C. CONTENIDOS

Neumáticos. Estudio de los esfuerzos generados entre el neumático y la superficie de rodadura. Factores de influencia. Modelado de neumáticos. Dinámica longitudinal del vehículo. Prestaciones: Resistencias al movimiento de vehículos. Diagramas de tracción de vehículos. Calculo de prestaciones. Frenado: fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado. Curvas de equiaderencia. Dinámica lateral. Guiado de vehículos. Geometría de la dinámica. Velocidades límite de derrape y vuelco. Estabilidad en condiciones de vuelco y factores de influencia en el umbral de vuelco. Comportamiento virador del vehículo. Dinámica vertical. Vibraciones en los vehículos automóviles. Influencia de la suspensión. Predimensionamiento del sistema de suspensión.

D. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

E. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

F. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

14. TECNOLOGÍA AVANZADA DE MATERIALES ASFÁLTICOS

A. FUNDAMENTACIÓN

Los materiales componentes de las mezclas y otros aglomerados asfálticos han experimentado notables avances en las últimas décadas. Ejemplos emblemáticos de ellos son los asfaltos modificados con polímeros y con otros modificadores; las nuevas tipologías de mezclas que a partir de estos nuevos ligantes comenzaron a desarrollarse con la finalidad de obtener pavimentos más seguros, confortables y durables; los estudios, ensayos y diseños específicos que conllevan estas nuevas tecnologías en el campo vial; y las necesidades de adaptación de los procesos constructivos asociados.

Asimismo, se han realizado innovaciones en cuanto a las temperaturas de elaboración y de trabajo, como las mezclas tibias, los asfaltos espumados y la incorporación de nanomateriales, técnicas novedosas amables con el medio ambiente y con beneficios técnico-económicos.

Esta progresión de actualizaciones y desarrollos han derivado en nuevos conceptos que deben ser abarcados convenientemente para completar apropiadamente los contenidos de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



la tradicional Tecnología de las Mezclas Asfálticas para Pavimentación.

B. JUSTIFICACIÓN

Los contenidos del curso están concebidos para dar respuesta a los requerimientos de capacitación acerca de las nuevas tecnologías mencionadas, que sólo suelen ser esbozadas en la formación de grado.

De tal forma, no sólo se actualizan y profundizan conceptos temáticos, sino que se incorporan nuevos elementos didácticos que son imprescindibles en la Ingeniería Vial del siglo XXI: los ligantes asfálticos modificados con polímeros y con otros aditivos, el uso de agentes químicos como los mejoradores de adherencia árido-ligante y los rejuvenecedores de asfalto, las mezclas bituminosas de última generación, la revalorización de los filleres cálcicos como materiales componentes, las técnicas de elaboración de asfalto espumado y de mezclas tibias o semicalientes, los métodos de dosificación de estas nuevas tecnologías y los nuevos equipos e instrumentos específicos para estudios y ensayos de laboratorio y para controles de calidad de las obras.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Proveer de los conocimientos acerca de los principios que rigen a los materiales bituminosos para ingeniería civil, en especial aquellos que se utilizan en pavimentación: ligantes asfálticos convencionales y modificados; mezclas y otros aglomerados bituminosos elaborados en frío y en caliente, con materiales tradicionales y especiales.

Objetivos específicos:

- Respecto de los ligantes, conceptualizar acerca de sus métodos de producción, los



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



distintos tipos de materiales (cementos asfálticos, emulsiones asfálticas, asfaltos diluidos, pinturas, materiales compuestos), las diferentes tipologías de cada uno de ellos, sus características fundamentales a partir de estudios y ensayos específicos (composición; reología y otros parámetros físicos; propiedades químicas; clasificación de los modificadores y aditivos que se incorporan), y sus usos en la Ingeniería Civil.

- En lo concerniente a mezclas y otros aglomerados bituminosos, detallar los distintos tipos y sus usos, discriminándose entre las elaboradas en frío y en caliente; las mezclas asfálticas, los tratamientos y los estabilizados bituminosos. Profundizar en la caracterización de los agregados granulares (áridos rocosos naturales y triturados, materiales de reciclado de pavimentos, agregados artificiales), de los aditivos y modificadores.
- Impartir los conocimientos generales sobre los métodos de dosificación en laboratorio y de control de calidad que son de empleo en cada caso, en particular para la pavimentación vial, así como los fundamentos de sus procesos constructivos.

D. CONTENIDOS

- Ligantes asfálticos. Cementos asfálticos. Asfaltos diluidos y emulsiones bituminosas. Pinturas asfálticas y materiales compuestos con ligantes asfálticos (fieltros, techados, geotextiles impregnados, otros). Producción, tipos, características (morfología, reología y otras características físicas, propiedades químicas) ensayos y controles de calidad. Ligantes asfálticos modificados y especiales. Materiales empleados como modificadores de los asfaltos: polímeros, tipos, composición y estructura química, propiedades que otorgan a los ligantes bituminosos. Nociones de la fabricación de los asfaltos modificados con polímeros. Otros ligantes bituminosos de características



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



especiales: asfaltos multigrados, asfaltos anticarburantes, asfaltos para mezclas de alto módulo, asfaltos para mezclas tibias, asfaltos modificados con asfaltita, asfaltos para juntas y selladores de fisuras.

- Parámetros singulares de los ligantes asfálticos para uso vial, caracterización de los asfaltos convencionales y modificados para pavimentación. El Programa SHRP y la caracterización funcional de los asfaltos. Normativa.
- Mezclas asfálticas: Tipos, usos, composición.
- Mezclas asfálticas en caliente con asfaltos convencionales y modificados; agregados, filleres, material de pavimentos reciclados (RAP) y materiales artificiales; métodos de dosificación de mezclas para diferentes tipologías, estudios y ensayos, interpretación de los mismos. Fabricación de las mezclas. Procesos constructivos. Controles de calidad durante la fabricación y post-ejecución.
- Mezclas asfálticas en frío: clasificación, métodos de dosificación y control, procesos constructivos. Tratamientos superficiales y membranas anti-fisuras. Estabilizados bituminosos de suelos. Otros aglomerados asfálticos y materiales para trabajos de mantenimiento y rehabilitación (selladores de fisuras, geotextiles impregnados).

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de CUARENTA (40) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

15. MORFOLOGÍA Y APLICACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS PARA INGENIERÍA CIVIL

A. FUNDAMENTACIÓN

Además de poseer un conocimiento básico respecto del origen y la composición mineralógica de los agregados pétreos, los profesionales de la Ingeniería deben conocer los métodos de producción, análisis y evaluación de estos materiales, a fin de poder usufructuar sus beneficios y minimizar sus limitaciones.

El correcto manejo de estos recursos naturales permite no sólo proyectar y planificar obras de infraestructura técnicamente adecuadas, sino también económicamente factibles y medioambientalmente sustentables.

B. JUSTIFICACIÓN

Si bien en las currícula de grado de las carreras de Ingeniería se incluyen conceptos inherentes a los materiales pétreos, éstos son en general introductorios y orientados a la tecnología de ensayos de los mismos para ciertas aplicaciones. En este curso se profundiza en los aspectos teóricos, incluyendo los geológico-mineralógicos, y en las utilidades diversas en las obras de infraestructura.

El ingeniero civil, por otra parte, tiene como una de sus incumbencias la explotación, producción y comercialización de agregados pétreos, aspectos que también están en los



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



contenidos de este curso.

Asimismo, tanto en los aspectos productivos de los agregados pétreos como en sus empleos como materiales componentes de estructuras y elementos de obras, el ingeniero debe estar imbuido del concepto de sustentabilidad técnico-económico-medioambiental; en este curso se incluye la reutilización, el reciclado y los impactos ambientales en la explotación y en el empleo de los agregados pétreos.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Proporcionar los conocimientos acerca del origen, las formas de extracción y producción y las propiedades de los materiales de origen pétreo que se utilizan en las obras de construcción, introduciendo conceptos inherentes a la Mineralogía y la Geología con sus aplicaciones en la Ingeniería Civil.

Objetivos específicos:

- Ilustrar sobre los métodos de producción de agregados pétreos: yacimientos, canteras, fragmentación, equipos de trituración y selección de tamaños, acopio, comercialización.
- Tipificar los diferentes tipos de materiales pétreos: agregados gruesos y finos naturales y triturados para hormigones y otros aglomerados; balasto de ferrocarriles; bloques para escolleros, protección de taludes y costas; piedra para gaviones y drenaje; elementos para obras de vivienda (recubrimientos, pisos y solados, techados).
- Instruir acerca de los diferentes ensayos de caracterización de materiales pétreos, cómo se efectúan, qué resultados se obtienen y cómo se los evalúa, normas y especificaciones, controles de calidad.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



D. CONTENIDOS

- Fundamentos de Mineralogía y Geología aplicadas a la Ingeniería Civil.
- Nociones de Mecánica de Rocas, Mecánica de Suelos e Hidrogeología.
- Análisis geológico de yacimientos y canteras. Estudios petrográficos, composición mineralógica, fallas y alteraciones.
- Ensayos de caracterización, controles de calidad, durabilidad y resistencia ante ambientes agresivos. Aspectos medioambientales de su explotación. Bases para la gestión y prevención de riesgos geológicos.
- Aplicaciones de rocas en Ingeniería Civil: Cimentaciones superficiales y profundas. Taludes en suelo y roca, gaviones. Túneles, presas, escolleros. Obras de drenaje.
- Agregados gruesos y finos naturales y triturados para hormigones, mezclas asfálticas y otros aglomerados; balasto de ferrocarriles; elementos para obras de vivienda (recubrimientos, pisos y solados, techados). Filtros sanitarios.
- Aspectos medioambientales de la producción de agregados y de su empleo en obras de ingeniería. Reciclado y reutilización.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas. Se expondrán, durante las clases, muestras de rocas y de agregados particulados, lo que permitirá interrelacionar los conceptos teóricos con la realidad de los materiales de empleo en las obras. Se realizarán prácticas



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



de laboratorio, tanto de identificación mineralógica como de ensayos de caracterización de rocas y agregados.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

16. MATERIALES VIALES AVANZADOS Y DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

A. FUNDAMENTACIÓN

En las últimas décadas, las innovaciones tecnológicas en el ámbito de la Ingeniería Vial han ampliado el abanico de los denominados “materiales viales”. El progresivo y sostenido desarrollo tecnológico incluye desde la aparición en el mercado de los asfaltos modificados, que dieron origen a las nuevas tecnologías de pavimentos asfálticos y a nuevas exigencias para agregados pétreos y fillers; los avances en señalización y seguridad vial; los cementos y hormigones especiales; las estabilizaciones de última generación para capas de suelos y estabilizados; la reutilización y el reciclado de materiales de caminos deteriorados y el empleo de residuos de otras industrias; las obras especiales para la mitigación del impacto ambiental de carreteras y las aplicaciones de la nanotecnología en varios de los materiales de uso vial.

B. JUSTIFICACIÓN

Los cursos de grado de Tecnología de los Materiales y de Tecnología Vial en las carreras de Ingeniería Civil, Vías de Comunicación y otras afines, en general no contemplan impartir



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



los contenidos teóricos ni los ensayos de los materiales avanzados o de última generación, producto de las investigaciones y aplicaciones de las últimas décadas.

El Ingeniero Civil y/o de Caminos del siglo XXI debe necesariamente conocer estos materiales que se emplean cada vez en el medio productivo y aprehender nuevos conceptos asociados a los mismos, para un mejor aprovechamiento durante su actividad profesional.

Varios de los temas abarcados conllevan, además, a inducir la interacción disciplinar con otros profesionales, lo cual implica adquirir nociones elementales y terminología específica de medio ambiente, geología, seguridad y calidad, entre otras carreras y especialidades.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Complementar los conocimientos adquiridos en las carreras de grados en temas no abarcados en las mismas, por ser de última generación tecnológica y de aplicación reciente en el ámbito vial.

Objetivos específicos:

- Proveer de los conocimientos acerca de las propiedades de los diferentes materiales viales utilizados en aplicaciones especiales, varios de ellos producto de innovaciones desarrolladas en las últimas décadas, incluyendo tanto los utilizados en las capas estructurales de los caminos como los del entorno al mismo, en particular los inherentes a seguridad, información y cuidado medioambiental.
- Conceptualizar sobre la utilización de tecnologías de construcción de características particulares y de empleo cada vez más frecuente, a fin de ampliar el espectro de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



conocimientos en el área de los materiales de uso vial.

D. CONTENIDOS

Áridos para mezclas bituminosas especiales: características singulares; instalaciones especiales de trituración. Ensayos especiales de caracterización. Áridos no estandarizados.

Ligantes bituminosos para mezclas especiales. Tipos y características de los modificadores, campos de aplicación. Fílleres: ensayos de caracterización, resistencia al envejecimiento, adherencia. Fibras artificiales y naturales. Polímeros: cauchos, copolímeros en block, plásticos. Asfaltos modificados con polímeros: fabricación, morfología, propiedades, caracterización. Emulsiones asfálticas modificadas con polímeros. Otros asfaltos de características especiales.

Pinturas y materiales para demarcación horizontal y vertical. Demarcación horizontal en frío y en caliente, ensayos. Concepto de retrorreflexión. Ensayo de caracterización de los materiales componentes. Materiales para señalización vertical; elementos electrónicos. Postes de balizamiento nocturno. Conservación y mantenimiento de los elementos de señalización. Elementos y barreras de seguridad, equipamiento de túneles.

Utilización de residuos sólidos como materiales viales. Generalidades. Ciclo vital de un material, lixiviación. Mezclas asfálticas con escorias de alto horno y acería. Mezclas asfálticas con neumáticos en desuso: composición de neumáticos; métodos de trituración, granulometrías, criogénesis, vía seca y vía húmeda, dosificación de mezclas con betún-caucho, proceso de digestión para mezclas vía seca. Cenizas volantes como filler de aportación.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Asfaltos para juntas de hormigón. Materiales componentes, ensayos de aceptación, exigencias. Materiales para tratamiento de fisuras en pavimentos. Distintos tipos de materiales utilizados en sistemas localizados y generalizados. Materiales utilizados en sistemas de puentes. Geotextiles, diversos tipos y empleos en la ingeniería vial. Ensayos de caracterización.

Fibras para mezclas asfálticas en caliente y en frío. Generalidades, características, tipos, longitudes críticas. Mezclas asfálticas en caliente: sistemas de incorporación de las fibras, dosificación; drenantes, SMA; escurrimiento. Mezclas asfálticas en frío reforzadas con fibras.

Materiales para vías de baja intensidad de tránsito y otros pavimentos singulares. Estabilización de suelos con asfalto espumados productos iónicos, sales. La “bischofita”, experiencias en Chile y Argentina. Pavimentos portuarios y deportivos: características y materiales especiales que se utilizan.

Hormigones no convencionales para uso vial. Whitetopping, Fast Track, hormigones reforzados con fibras: características generales; campo de aplicación, ventajas de su utilización; particularidades de diseño, elaboración y ejecución. Materiales especiales empleados en estos hormigones no convencionales: características, ensayos, especificaciones. Hormigón compactado con rodillo. Hormigones autocompactantes.

Materiales utilizados en el entorno de la carretera. Materiales fonoabsorbentes y de protección contra el ruido; barreras: materiales empleados, características, especificaciones; diseños; eficiencia antiruido. Plantaciones y superficies tapizadas: características generales, ámbito de empleo; riegos, siembra, abonado. Tratamientos fitosanitarios. Uso de herbicidas. Protección y reposición. Técnicas constructivas empleados contra el "efecto barrera" para la fauna terrestre: vallas, obras de arte,



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

elementos especiales; tareas de conservación.

Nanomateriales en la Ingeniería Vial. Concepto de nanotecnología. Nanopartículas en materiales asfálticos. Cementos, cales y hormigones tratados con nano-adiciones. Aplicación de la nanotecnología en pinturas y en materiales para elementos de seguridad.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

17. BIOMIMÉTICA Y TRIZ

A. FUNDAMENTACIÓN

La naturaleza ha despertado el interés del ser humano desde siempre. En muchas ocasiones ha sido la fuente de inspiración de los artistas, pero también de desarrollos tecnológicos, por ejemplo, Leonardo Da Vinci con su creación del Ornitóptero, basado en su estudio sobre el vuelo de los pájaros. En las últimas décadas, y gracias al avance científico, se han podido caracterizar las diferentes funcionalidades que presentan los diferentes organismos. Muchas de esas funcionalidades están ligadas a propiedades



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

físicas, químicas, superficiales y en volumen de los materiales. Es entonces que la Biomimética tomó cuerpo como fuente de creatividad e inspiración, e indirectamente las aplicaciones tecnológicas, medidas en términos del número de patentes registradas en EEUU, desde el año 1985 (alrededor de 10 patentes) al 2017 (alrededor de 900 patentes) creció de manera exponencial. Si bien, un posible camino al caracterizar una funcionalidad específica es su posible aplicación tecnológica, resulta más plausible buscar el común denominador entre distintas funcionalidades y construir un puente entre el lenguaje biológico y el lenguaje ingenieril. Por ello, a partir del 2008 el Dr. Julian Vincent comienza el arduo trabajo de ensamblar ambos lenguajes, el de la biología con el empleo de la Teoría de Resolución de Problemas con Inventiva (TRIZ), dando como resultado el surgimiento de BIOTRIZ.

El presente curso realizará un recorrido por los principales resultados inspirados en la biomimética, a partir del análisis de papers o patentes. Asimismo, se presentarán las herramientas necesarias para aplicar TRIZ.

B. JUSTIFICACIÓN

Entender la naturaleza ha sido el motivo que ha guiado, en distintas épocas, a la humanidad. Ahora bien, la oportunidad que brinda esta materia, al utilizar un lenguaje común entre la Biología y la Ingeniería permitirá al estudiante de doctorado encontrar soluciones y respuestas, que como lo indica TRIZ, son sencillas y económicamente viables.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Al finalizar el curso los doctorandos podrán disponer de los conceptos e instrumentos básicos sobre biomimetismo y TRIZ, para buscar respuestas innovadoras en el área de los materiales funcionales.

Objetivos específicos:

A partir de la lectura de los principales papers y patentes se buscará dilucidar algunas funcionalidades que se observan en los materiales. Se espera que los alumnos reenfoquen su visión hacia la naturaleza, y puedan analizar y esquematizar, mediante TRIZ, posibles soluciones inspiradas en funcionalidades biomiméticas.

D. CONTENIDOS

- Biomimética y TRIZ. Historia. Principales antecedentes. Conceptos básicos de biomimética y de TRIZ.
- TRIZ, Metodología Estructurada de Resolución de Problemas. Los 40 Principios de Inventiva y los 39 Parámetros. Ejemplos. Contradicciones Técnicas en Sistemas Tecnológicos, Estudio de casos. La Matriz de Contradicción de Altshuller. Contradicción física, planteo y aplicación de los Principios de Separación. Análisis Sustancia-Campo y las 76 Soluciones Estándares.
- Caracterización de superficies. Microscopía óptica y electrónica. Técnicas de caracterización de superficies: ULOI; RIMAPS y Variograma.
- Biomimética. Aprendiendo de la naturaleza, principales aplicaciones. Superficies funcionales. Efecto Lotus, Efecto piel de tiburón. Biomimética, una aplicación agrícola.
- BioTRIZ, la fusión de Biomimética y TRIZ. Los trabajos de Vincent. Leyes de la evolución de la tecnología. Introducción al USIT (Pensamiento Inventivo Unificado)



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Estructurado).

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

18. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES VIALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

A. FUNDAMENTACIÓN

Todo avance tecnológico en el área de los materiales que se ven involucrados en una estructura vial tiene su correlato en su interpretación desde el punto de vista estructural, en busca de su consideración en las sistemáticas del diseño que se conducen en relación a su materialización, tanto cuando se trata de una obra nueva como en aquella existente, a ser rehabilitada. La consideración de las modificaciones que vayan registrándose en cuanto a las técnicas de diseño (empíricas, mecanicistas o empírico-mecanicistas) asociadas a las tipologías de pavimentos (flexibles, rígidos o aquellos intermedios), las sistemáticas de caracterización estructural de los materiales (en obra o en laboratorio) y las



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

tecnologías involucradas (nuevos materiales, mejoras en materiales, empleo de materiales subevaluados, nuevas técnicas y equipos constructivos, etc.) requieren ser abordadas de manera actualizada.

B. JUSTIFICACIÓN

El presente curso, cubre el aspecto de necesidad de actualización y profundización de los conocimientos asociados enunciados en la Fundamentación, constituyéndose en una capacitación de posgrado que complementa la formación de grado y a la experiencia práctica de su puesta en obra por parte de los profesionales que se constituyen en sus alumnos. El curso es diseñado de manera tal de servir de base conceptual o como complemento de otras capacitaciones asociadas al área temática de los materiales viales, habituales en las propuestas de trabajos doctorales asociados.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Conocer cómo deben analizarse los materiales intervinientes en los paquetes estructurales de los pavimentos a fin de su consideración en el diseño estructural de los pavimentos flexibles y rígidos.

Objetivos específicos:

- Analizar las diversas tipologías de los paquetes estructurales de pavimentos y los materiales intervinientes en cada caso.
- Conocer, analizar y aplicar modelos mecanicistas, experimentales y mixtos de diseño de pavimentos flexibles y rígidos, en su aplicación tanto en obra nueva como en



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



rehabilitaciones.

- Establecer las diversas opciones de sistemáticas de caracterización de los materiales señalados, a fin de ser considerados adecuadamente en los modelos de diseño estudiados.

D. CONTENIDOS

- Definición de un paquete estructural de pavimentos. Clasificación en flexibles, semiflexibles, semirrígidos y rígidos. Análisis de sus capas constituyentes características. Estudio de los materiales con los cuales habitualmente se materializan.
- Definición de los modelos de diseño estructural de pavimentos. Fundamentos y objetivos de estos modelos. Clasificación en modelos empíricos, mecanicistas y mixtos.
- Generalidades de los estudios de los materiales en la traza para una obra nueva. Sondeos y calicatas adaptados al caso. La conformación del perfil altimétrico-edafológico.
- Generalidades de los estudios de los materiales en la traza para una obra de rehabilitación. Patología de los pavimentos flexibles, rígidos y de las vías sin pavimentar. La evaluación superficial y estructural. Aplicación de metodologías destructivas y no destructivas.
- Caracterización de materiales para su empleo en modelos de diseño eminentemente empíricos, en obras nuevas y de rehabilitación. Estudio de casos mediante la aplicación de la Guía AASHTO93, el PG-3 y otros métodos relacionados. Aplicación a los pavimentos flexibles, rígidos e intertrabados.
- Caracterización de materiales para su empleo en modelos de diseño eminentemente mecanicistas, en obras nuevas y de rehabilitación. Conceptos y cálculos relacionados



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



con las ecuaciones constitutivas de los materiales granulares y la curva maestra de las mezclas asfálticas. Estudio de casos mediante la aplicación de la Guía Shell, el programa BackVid y otros métodos relacionados. Aplicación a los pavimentos flexibles.

- Análisis de las características principales de algunos modelos mecanicistas-empíricos. El caso del ME-PDG de la NCHRP y el Pave del IMT.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas, con la utilización de programas computacionales de diseño para la resolución de ejercicios prácticos.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, el 80% de asistencia y la ejecución de un trabajo práctico en forma individual, volcando la caracterización de los materiales intervinientes en el diseño estructural de un pavimento flexible y rígido, con la utilización de distintos métodos para cada caso.

19. SÍNTESIS DE ZEOLITAS Y MATERIALES MESOPOROS ORDENADOS Y SU USO EN REACCIONES DE CATÁLISIS HETEROGÉNEA

A. FUNDAMENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El curso completa la formación profesional universitaria introduciendo los conceptos de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



preparación de materiales porosos (zeolitas y materiales sintéticos mesoporosos ordenados) y sus aplicaciones tecnológicas, y de caracterización de estructura y grupos funcionales superficiales presentes en los materiales de estudio que interesan para su utilización como catalizadores heterogéneos.

La temática propuesta del curso, que consiste en la producción de materiales microporosos avanzados de uso tecnológico, puede encuadrarse como una contribución en el área de materiales, procesos y medio ambiente, con especial interés en la resolución de problemas relacionados con el diseño de nuevos materiales porosos con aplicación específica en catálisis heterogénea. La experiencia de los docentes permite brindar conocimientos con calidad y excelencia científica.

B. OBJETIVOS

Objetivo general:

Que el alumno obtenga una formación de posgrado en preparación y caracterización de sólidos porosos de interés científico y tecnológico, así como algunas de las principales aplicaciones en procesos catalíticos heterogéneos actuales.

Objetivos específicos:

- Dar a conocer los aspectos texturales y estructurales de zeolitas y materiales silíceos mesoporosos ordenados.
- Identificar y distinguir los distintos tipos de materiales híbridos organo-inorgánicos, incluyendo los materiales nanocompuestos (nanocomposites) y los procedimientos más habituales de su preparación.
- Profundizar y analizar los procedimientos prácticos para determinar los parámetros



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

texturales característicos más importantes.

- Analizar las aplicaciones más relevantes y la utilidad científico-tecnológica en catálisis de los materiales porosos vistos.

C. CONTENIDOS

Materiales zeolíticos: Descripción de tipos de zeolitas – Zeolitas naturales – Síntesis de zeolitas en el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-H}_2\text{O}$ – Adición de direccionadores de síntesis – Síntesis de zeolitas a partir de materias primas no convencionales.

Sílices mesoporosas ordenadas: Síntesis de materiales mesoporosos tipo MCM-41 y SBA-15 – Funcionalización post síntesis – Funcionalización por co-condensación.

Caracterización textural de materiales: Técnicas de determinación de superficie específica – Caracterización de especies cristalinas por difracción de rayos X.

Aplicaciones en Catálisis: Determinación de sitios activos – Procesos catalíticos heterogéneos usando zeolitas o sílices mesoporosas.

D. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de TREINTA (30) horas.

E. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas en laboratorio con el empleo de equipamiento.

F. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.

20. MÉTODOS VARIACIONALES

A. FUNDAMENTACIÓN

El análisis funcional es una disciplina cuya importancia se ha incrementado notablemente en los últimos años, por el rol destacado que juega tanto en las ciencias aplicadas como en la matemática pura. Aplicaciones del análisis funcional se han realizado en numerosas áreas tales como: mecánica del continuo, mecánica aplicada, elasticidad, mecánica cuántica, etc.

B. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existe una creciente tendencia a utilizar esta disciplina de parte de ingenieros y científicos de áreas aplicadas. Esto es así, porque actualmente es ampliamente aceptado que el análisis funcional constituye una poderosa herramienta para la resolución de diversos problemas matemáticos que se originan en situaciones físicas como de la ingeniería.

C. OBJETIVOS

Objetivo general:

Desarrollar la teoría de los métodos variacionales y presentar las aplicaciones de interés en ciencias e ingeniería.

Objetivos específicos:

Los estudiantes podrán obtener una formación que les permita visualizar y resolver con precisión los distintos problemas que se originan en sus respectivas áreas de trabajo.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



D. CONTENIDOS

Formulación variacional de problemas de contorno elíptico: Nociones básicas de espacios de Sobolev - Concepto de solución débil - Formulación variacional de problemas de contorno - Regularidad de las soluciones débiles - Formulación variacional de problemas de autovalores.

Métodos variacionales: Teorema del mínimo de un funcional cuadrático - El espacio energético - El método de las series ortonormales - El método de Ritz - El método de Galerkin - Los métodos de Rayleigh-Ritz y Rayleigh-Schmidt.

Aplicaciones a la dinámica de estructuras: Análisis del comportamiento dinámico de vigas - Análisis del comportamiento dinámico de placas - Tratamiento de problemas con efectos complicantes tales como: espesor variable, ortotropía y anisotropía de material, extremos y bordes elásticamente restringidos, presencia de masas concentradas y fuerzas externas.

E. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de OCHENTA (80) horas.

F. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. El cursado prevé la combinación de clases teóricas - expositivas y actividades prácticas.

G. EVALUACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos y la aprobación de un examen final individual.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 1791

ANEXO II

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO
DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES,
MODALIDAD DE VINCULACIÓN COOPERATIVA
FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**

Cuerpo Docente

1. MATEMÁTICA AVANZADA

- Dr. Javier RAFFO (DNI 25.187.598) *Responsable*
- Dr. Martín GÓMEZ (DNI 17.606.188)

2. PROPIEDADES MECÁNICAS

- Dr. Hugo MOSCA (DNI 11.122.580) *Responsable*
- Dra. Mariela DEL GROSSO (DNI 20.729.077)

3. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE TESIS

- Dra. Nuria GINIGER (DNI 26.157.531) *Responsable*

**4. CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES Y SUS PROCESOS: CALIDAD Y
MEDIOAMBIENTE**

- Dr. Hugo BIANCHETTO (DNI 13.916.262) *Responsable*



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Mg. Adriana GARCÍA (DNI 12.917.247)

5. MECÁNICA CUÁNTICA I

- Dr. Dino OTERO (DNI 4.590.715) *Responsable*
- Dr. Adrián CANZIAN (DNI 16.381.331)

6. MECÁNICA CUÁNTICA II

- Dr. Dino OTERO (DNI 4.590.715) *Responsable*
- Dr. Adrián CANZIAN (DNI 16.381.331)

7. CAMBIO TECNOLÓGICO Y MUTACIONES DEL ORDEN ECONÓMICO INTERNACIONAL

- Dra. Noemí BRENTA (DNI 13.386.180) *Responsable*
- Dr. Mario RAPOPORT (DNI 4.392.913)
- Mg. Walter RODRÍGUEZ ESQUIVEL (DNI 14.559.783)

8. ONDAS ELÁSTICAS EN SÓLIDOS

- Dr. José RUZZANTE (DNI 4.577.595) *Responsable*
- Dr. Martín GÓMEZ (DNI 17.606.188)

9. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES

- Dr. Hugo MOSCA (DNI 11.122.580) *Responsable*
- Dr. Sebastián JAROSZEWIC (DNI 21.765.256)



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

10. MATERIALES ADSORBENTES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Dr. Jorge DE CELIS (DNI 17.682.731) Responsable
- Mg. Cristina SPELTINI (DNI 4.857.646)

11. GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL

- Dra. María Florencia LAJOINIE (DNI 30.437.854) Responsable
- Dra. María José CORREA (DNI 25.432.188)
- Lic. Laura BOFF (DNI 22.185.498)

12. INTRODUCCIÓN A LOS POLÍMEROS

- Dra. Mariela DEL GROSSO (DNI 20.729.077) Responsable
- Dr. Hugo MOSCA (DNI 11.122.580)

13. INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA VEHICULAR

- Dr. Gustavo CAZZOLA (DNI 22.135.438) Responsable

14. TECNOLOGÍA AVANZADA DE MATERIALES ASFÁLTICOS

- Dr. Hugo BIANCHETTO (DNI 13.916.262) Responsable
- Dr. Gerardo BOTASSO (DNI 18.053.603)

15. MORFOLOGÍA Y APLICACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS PARA INGENIERÍA CIVIL

- Dr. Hugo BIANCHETTO (DNI 13.916.262) Responsable



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Dra. María José CORREA (DNI 25.432.188)
- Mg. Adriana GARCÍA (DNI 12.917.247)

16. MATERIALES VIALES AVANZADOS Y DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

- Dr. Hugo BIANCHETTO (DNI 13.916.262) *Responsable*
- Mg. Adriana GARCÍA (DNI 12.917.247)

17. BIOMIMÉTICA Y TRIZ

- Dr. Adrián CANZIAN (DNI 16.381.331) *Responsable*
- Dr. Eduardo FAVRET (DNI 14.370.935)

**18. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES VIALES PARA EL DISEÑO
ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS**

- Dr. José RIVERA (DNI 24.441.811) *Responsable*
- Dr. Luis DELBONO (DNI 27.328.359)

**19. SÍNTESIS DE ZEOLITAS Y MATERIALES MESOPOROS ORDENADOS Y SU USO
EN REACCIONES DE CATÁLISIS HETEROGÉNEA**

- Dr. Germán BENEDICTTO (DNI 31.640.906) *Responsable*
- Dra. María Soledad LEGNOVERDE (DNI 29.764.612)
- Dra. Elena BASALDELLA (DNI 6.161.670)



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

20. MÉTODOS VARIACIONALES

- Dr. Javier RAFFO (DNI 25.187.598) *Responsable*
- Dr. Ricardo GROSSI (DNI 8.002.579)
