



**ACTUALIZACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
EN EL ÁMBITO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

Buenos Aires, 5 de marzo de 2020

VISTO la Ordenanza N° 1448 que crea y aprueba la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural, y

CONSIDERANDO:

Que los resultados de la evaluación realizada a la implementación de la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural señalan la necesidad de introducir ajustes y modificaciones en el currículum.

Que el campo temático que aborda la Maestría en Ingeniería Estructural mantiene aún hoy su vigencia, solo que algunas de las temáticas han variado en los últimos años.

Que, con el propósito de lograr un desarrollo académico actualizado y de mayor reconocimiento y con la colaboración de especialistas de reconocida trayectoria en la disciplina, se elaboró el nuevo currículum de la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avala la propuesta y la Comisión de Ciencia, Tecnología y 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:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

ARTICULO 1º.- Mantener la vigencia de la creación de la Maestría en Ingeniería Estructural, Ordenanza N° 1099.

ARTÍCULO 2º.- Aprobar la actualización curricular de la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural, que se agrega como Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3º.- Establecer que las Facultades Regionales que cuenten con la autorización del Consejo Superior para implementar la carrera aprobada por Ordenanza N° 1448 deberán solicitar la renovación de la autorización de implementación.

ARTICULO 4º.- Establecer que, en el caso en que el cursante hubiera iniciado la carrera en el marco de la Ordenanza N° 1448, podrá culminar sus estudios en el marco de la presente Ordenanza mediante la aplicación del régimen de reconocimiento de créditos académicos según el detalle que se indica en el Anexo II, en un todo de acuerdo con el Reglamento de Posgrado de la Universidad.

ARTICULO 5º.- Dejar establecido que la implementación de la Maestría en Ingeniería Estructural, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTÍCULO 6º.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1757

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

ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA
Secretario General

ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA
RECTOR



ORDENANZA N° 1757

ANEXO I

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

1. FUNDAMENTACIÓN

La ingeniería estructural es una rama de la carrera de ingeniería que se ocupa del análisis y diseño de las partes resistentes de distintos tipos de construcciones civiles como edificios urbanos, puentes, diques, túneles; estructuras navales; construcciones industriales y de equipos como maquinarias e instalaciones.

Este campo disciplinar se orienta a planificar, diseñar y construir estructuras seguras y económicas. Para ello, se vale del análisis estructural con el propósito de encontrar los esfuerzos internos que actúan sobre cualquier estructura resistente.

A trece años de su creación y a cinco de su primera actualización, los fundamentos para su dictado en el nivel de posgrado se mantienen. Los adelantos tecnológicos se suceden permanentemente y una multiplicidad de nuevas tipologías estructurales es introducida en el mercado en forma ininterrumpida. Esta situación, que demanda el estudio de todos los aspectos relativos a su aplicación profesional, no puede ser adecuadamente resuelta a nivel de grado. Por tal razón, la oferta de posgrado en esta área resulta una necesidad imperiosa tanto en este país como así también en el mundo.

Esta necesidad se evidencia más aún si se considera la actividad de investigación asociada con esta temática. En tal sentido, existen varios tópicos que requieren una visión científica entre los cuales pueden citarse el desarrollo y aplicación de métodos computacionales, nuevos materiales, técnicas constructivas más eficientes, etc.

Por otra parte, los avances científicos y tecnológicos conducen a una constante revisión de las



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



normativas y recomendaciones, labor que debe involucrar a especialistas en dicha temática.

El programa se dirige a la formación de profesionales con un adecuado dominio de los saberes necesarios para la realización de tareas de análisis, diseño, predicción del comportamiento, de control y de evaluación de estructuras complejas. Asimismo, pretende generar competencias para la investigación de nuevos aspectos de las estructuras, como así también una profunda comprensión de la normativa contemporánea.

JUSTIFICACIÓN

Las necesidades que esta carrera cubre en:

a) Formación académica

La amplia carga horaria asignada a las asignaturas vinculadas a la ingeniería estructural en la carrera de ingeniería civil garantiza la formación básica que todo ingeniero debe tener. No obstante, la rapidez de los cambios tecnológicos genera la necesidad de crear espacios de profundización de la formación que permita a los profesionales con responsabilidades en el diseño y cálculo de estructuras actualizar y profundizar sus conocimientos, como es el caso de las carreras de posgrado.

b) Formación profesional

Existe una necesidad de formación de investigadores y profesionales destinados a aumentar el potencial interno de generación, difusión y utilización de conocimientos científicos en los procesos productivos de bienes y servicios relacionados al ámbito estructural.

La maestría posibilita la capacitación para la incorporación y actualización permanente de los avances de la ciencia y tecnología, así como la aplicación de los mismos, apuntando a la gestión, producción científico-tecnológica en investigación aplicada y a la propuesta de innovaciones y perfeccionamientos tecnológicos para la solución de problemas específicos de la ingeniería estructural.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



La maestría cubre la necesidad de formar profesionales para la práctica profesional avanzada y transformadora, con procedimientos y procesos basados en el rigor metodológico y en los fundamentos científicos, que permitan a los profesionales el desempeño en actividades técnico-científicas y de innovación.

c) Aspectos sociales

La maestría posibilita la transferencia de conocimientos para la sociedad, atendiendo demandas específicas y de todos los sectores productivos involucrados en la ingeniería de las estructuras. Contribuye a agregar competencia y aumentar la productividad tanto en empresas, como en organizaciones públicas y privadas.

Uno de sus propósitos fundamentales, es promover la articulación de la formación profesional con entidades demandantes de diversa naturaleza, buscando mejorar la eficiencia de organizaciones, tanto públicas como privadas, mediante la incorporación, generación y aplicación de procesos de innovación tecnológica.

Los procesos de formación profesional avanzada, además de la relevancia social, científica y tecnológica que poseen, conllevan a un relacionamiento más estrecho entre las universidades y el sector productivo permitiendo un vínculo beneficioso para ambos sectores.

2. OBJETIVOS

- Crear un espacio institucional que permita la formación continua de docentes y profesionales, con capacidad científica y tecnológica para generar aportes en el campo de la ingeniería estructural, en lo relativo al diseño, construcción, seguridad de sistemas estructurales y difundir esos aportes como contribución al desarrollo científico y tecnológico nacional.
- Desarrollar competencias necesarias para la realización de tareas de análisis, diseño, control y evaluación de estructuras complejas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Brindar conocimientos actualizados sobre la normativa contemporánea referida a las estructuras de las construcciones y su aplicabilidad en los problemas sociales actuales.
- Formar profesionales con una alta calificación en ingeniería estructural, capaces de proyectar y construir sistemas estructurales de punta de distintas tipologías estructurales, comprometidos con una actividad de mejoramiento continuo que signifique un aporte sustantivo a la aplicación de técnicas estructurales innovadoras, dentro del marco de un profundo entendimiento de las normativas y los reglamentos vigentes.
- Propiciar una formación de alta calificación profesional, compromiso ético, y adopción de enfoques interdisciplinarios que favorezcan la creación de proyectos innovadores.
- Desarrollar competencias para la investigación que favorezcan la aplicación de nuevos aspectos de las estructuras.

3. PERFIL DEL EGRESADO

El Magister en Ingeniería Estructural, con base en una sólida formación integrada en las áreas científica y tecnológica, estará capacitado para:

- Diseñar, construir y dirigir sistemas estructurales innovadores de acuerdo con los avances tecnológicos que se producen en el área de los materiales y técnicas estructurales.
- Proponer, implementar y evaluar medidas de seguridad relativas al manejo operativo de sistemas estructurales.
- Diagnosticar acerca de riesgos de colapso estructural en obras de ingeniería existentes y proponer medidas preventivas y correctivas para restituir capacidad resistente a las estructuras dañadas recuperables.
- Analizar y resolver los problemas estructurales desde una perspectiva ética que contemple los factores regionales, ambientales y de seguridad por sobre los económicos



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



financieros.

- Participar en actividades de investigación, transferir tecnología, promover nuevos proyectos y formar recursos humanos especializados en el campo de la ingeniería estructural.

4. TÍTULO

La carrera se denomina “Maestría en Ingeniería Estructural”, y otorga el título académico de “Magister en Ingeniería Estructural”.

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1. Condiciones de Ingreso

Podrán ingresar a la Maestría en Ingeniería Estructural aquellos profesionales de la ingeniería, específicamente de la especialidad de civil, construcciones, vial, hidráulica, mecánicos, aeronáutica y naval, además de los arquitectos y otras titulaciones afines con título otorgado por universidad reconocida.

En todos los casos se realizará una evaluación de los postulantes para determinar el grado de correspondencia entre su formación, trayectoria y los requisitos y contenidos de la carrera. La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes académicos y profesionales, y de la realización de un coloquio debidamente documentado que estará a cargo de la Dirección de la carrera.

En caso de ser necesario se realizará un coloquio a cargo de los mismos. También podrán recomendarse espacios curriculares de nivelación para los aspirantes que requieran profundizar o actualizar sus conocimientos en áreas específicas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



5.2. Condiciones de Admisión

La admisión como Maestrando está a cargo del Consejo Superior o del Consejo Directivo según corresponda. La Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional, evaluará los siguientes componentes:

- a) Plan de Trabajo de Tesis avalado por el Director y Co-Director propuestos.
- b) Curriculum Vitae del Director y Co-Director de tesis.
- c) Curriculum Vitae del tesista en el que se detalle, si las hubiera, las tareas de investigación y desarrollo, publicaciones, cursos y seminarios de posgrado, así como sus antecedentes profesionales referidos a la temática central de la tesis propuesta.

5.3. Promoción

La promoción supone asistencia regular a las clases –mínimo de OCHENTA por ciento (80%) de asistencia–, presentación en tiempo y forma de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los espacios curriculares y aprobación de las evaluaciones previstas.

La evaluación será definida por los responsables académicos de los seminarios. La misma informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos por medio de diferentes instrumentos: pruebas parciales, coloquios integradores, informes, monografías, exámenes finales individuales y presenciales. La calificación será numérica, dentro de la escala del CERO (0) al DIEZ (10). La aprobación será con un mínimo de SIETE (7).

La evaluación será definida por los responsables académicos de los seminarios. La misma informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos por medio de diferentes instrumentos: pruebas parciales, coloquios integradores, informes, monografías, exámenes finales individuales y presenciales.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Además de la aprobación de todos los cursos se deberá presentar y aprobar una Tesis. Para ello, el maestrando deberá realizar un trabajo final, individual que permita evidenciar la integración de aprendizajes realizados en el proceso formativo, la profundización de conocimientos en un campo profesional y el manejo de destrezas y perspectivas innovadoras en la profesión.

Una vez concluido el trabajo de tesis, el Director de tesis informará al Director de la carrera que la tesis está en condiciones de ser defendida. La Facultad Regional elevará el informe juntamente con el índice y las conclusiones de la tesis y la propuesta de jurado para ser analizado por la Comisión de Posgrado de la Universidad para su aprobación por el Consejo Superior. Los procedimientos de evaluación y defensa de tesis se ajustarán a lo establecido en la Ordenanza N° 1313, Anexo 1.

Sobre la Tesis

El trabajo final de la Maestría consiste en la elaboración de una tesis: realizar un trabajo de investigación o un desarrollo en el área científico-tecnológica elegida que demuestre dominio en el manejo conceptual y metodológico correspondiente al estado actual del conocimiento en la o las disciplinas del caso, el que será formalizado y aprobado como tesis de maestría.

5.4. Graduación

Los requisitos para la obtención del título de Magister en Ingeniería Estructural son los siguientes:

- a) Cumplir con la carga horaria fijada en el presente Plan de Estudios.
- b) Aprobar la totalidad de los seminarios correspondientes a la Maestría.
- c) Aprobar una prueba de suficiencia de idioma Inglés.
- d) Acreditar 160 horas asignadas al trabajo de tesis y otras actividades complementarias
- e) Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado por el Reglamento de Posgrado.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



f) Aprobar la defensa de la tesis.

Será posible solicitar reconocimiento de créditos obtenidos en otros cursos o seminarios de otras carreras de posgrado realizados en ésta u otras instituciones, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Educación de Posgrado vigente.

5.5. Modalidad

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar los contenidos y las cargas horarias mínimas establecidas para los seminarios que integran el plan de estudios.

5.6. Duración

El plazo máximo para cumplir con todas las obligaciones del plan de estudios es de CUATRO (4) años, a partir de la primera unidad curricular rendida. Si al cabo de este período el aspirante no lo hubiera concluido podrá solicitar, de manera excepcional, la Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional según corresponda, la que en ningún caso podrá ser superior a UN (1) año, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Educación de Posgrado vigente.

5.7. Metodología

La formación de los maestrandos estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la transferencia de los saberes adquiridos a la investigación, a la generación y gestión de tecnologías. Por ello, la propuesta de enseñanza y de aprendizaje debe promover:

- La articulación de conocimientos y experiencia. Esto requiere el uso de estrategias que faciliten el intercambio entre la teoría y la práctica, con vistas a su mutuo enriquecimiento. Serán parte de esta estrategia las exposiciones, demostraciones, planteo y solución de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- problemas, observaciones “in situ” y otras prácticas externas, debates, consulta bibliográfica y los estudios de caso, entre otros.
- La transferencia de saberes científico–tecnológicos a la resolución de problemas propios de la actividad profesional. Esta dimensión del saber hacer requiere poner el acento en la aplicación del saber en contextos específicos, a saber: la realización de proyectos de trabajo en equipo, el estudio de casos, el trabajo de campo, la implementación y evaluación de medidas de seguridad relativas al manejo operativo de sistemas estructurales y la elaboración de diagnósticos acerca de riesgos de colapso estructural en obras de ingeniería existentes, entre otros.
 - La transferencia de saberes para el mejoramiento continuo. Esta dimensión de la formación se centra en la capacidad de tomar decisiones en torno al diseño, construcción y seguridad de sistemas estructurales. Serán favorables en este aspecto las estrategias que fortalezcan los procesos decisorios y la evaluación de sus consecuencias, tales como simulaciones, debates, discusiones, formulación de normas de procedimiento y entrevistas en empresas o centros de investigación, etc.

Evaluación

Ligado especialmente a los procesos de enseñanza y aprendizaje, el proceso de evaluación supone interpretar lo que se observa durante el cursado y también valorar los resultados.

En cuanto al primer aspecto, la evaluación de proceso -o formativa- recoge información sobre las dificultades y avances de los participantes y permite al docente implementar estrategias para superar las dificultades y también realizar ajustes a su propuesta didáctica. La observación es clave como instrumento para recoger la información significativa y el intercambio con los alumnos es básico para producir las modificaciones necesarias. Son múltiples las ocasiones que permiten dicho intercambio y surgen de las diferentes estrategias aplicadas de acuerdo con lo expuesto en el punto relativo o a la metodología.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



En cuanto al segundo aspecto, la evaluación ligada a la promoción y acreditación -o sumativa, informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos. Los docentes establecen previamente los criterios sobre los que construirán los instrumentos: pruebas parciales, exámenes finales, coloquios integradores, informes, monografías u otros, sobre la base de la normativa fijada por la institución.

5.8. Financiamiento

La carrera deberá autofinanciarse, y la Facultad Regional que la implemente será responsable de la inscripción, la recepción de solicitudes, el cobro de aranceles y fijación del monto de los mismos, así como del apoyo técnico-administrativo para el dictado.

5.9. Organización Académica

Las Facultades Regionales, autorizadas por el Consejo Superior, deberán establecer la figura de Dirección y Comité Académico de la Maestría en Ingeniería Estructural, que serán responsables de:

- Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- Seleccionar y proponer a los integrantes del Cuerpo Docente.
- Evaluar los programas analíticos de los seminarios.
- Evaluar el desempeño de docentes y estudiantes.
- Efectuar el seguimiento académico de la implementación de la carrera.
- Participar en las entrevistas y evaluar las condiciones de los aspirantes para su admisión.
- Orientar a los estudiantes en la elección de los temas de trabajos finales y en el desarrollo de las actividades conducentes a la finalización de los mismos.
- Entender en el proceso de revisión y actualización de la carrera.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



6. ESTRUCTURA CURRICULAR

El diseño curricular propuesto está orientado a proporcionar una base sólida que permita la formación en actividades profesionales vinculadas al área disciplinar de la maestría y a la investigación.

La carga horaria total es de 550 (QUINIENTAS CINCUENTA) horas reloj presenciales, a las que se suman 160 (CIENTO SESENTA) horas correspondientes al trabajo de tesis y otras actividades complementarias. Las horas reloj de cada espacio curricular son teórico-prácticas. Estas actividades deben consignarse en los programas analíticos de cada seminario, y pueden adoptar la modalidad de trabajos de campo, simulaciones, talleres y pasantías, entre otros.

6.1. Organización Curricular

La Maestría en Ingeniería Estructural corresponde a una carrera de modalidad estructurada. Su diseño curricular presenta un conjunto de DIECIOCHO (18) seminarios obligatorios. Los mismos se organizan en tres áreas curriculares diferentes: el área de fundamentos, el área de tecnologías y el área metodológica.

- Área de fundamentos: Esta área incluye cinco seminarios obligatorios que abordan aspectos teóricos y prácticos relacionados con la ingeniería estructural. Este espacio apunta a profundizar los fundamentos inherentes a la mecánica del sólido, estudio del comportamiento de estructuras afectadas por distintos tipos de excitaciones dinámicas, herramientas de análisis probabilístico de la seguridad estructural, teoría y fundamentos de métodos de los elementos finitos, y teorías aplicadas de inestabilidad del equilibrio. Estas temáticas son convenientes para abordar la posterior etapa de aprendizaje especializado, que se incluye dentro del área de tecnologías.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Área de tecnologías: Esta área incluye diez seminarios obligatorios que complementan y profundizan el área de fundamentos, en la que se abordan conocimientos más específicos y vinculados con diversas tecnologías estructurales. Las mencionadas tecnologías están relacionadas con el uso de la madera como material estructural, el diseño de estructuras de contención y el proyecto de túneles, los nuevos desarrollos aplicados al diseño y detallado de estructuras destinadas para soportar acciones sísmicas, la importante cantidad de problemas estructurales que actualmente pueden resolverse mediante estructuras metálicas, el diseño de puentes vehiculares y ferroviarios, los efectos de la viscoelasticidad de las estructuras de hormigón, la geotecnia y sus últimos avances, las posibilidades del cálculo plástico de estructuras y las cuestiones asociadas a la no linealidad en el análisis estructural -atendiendo tanto a la no linealidad de desplazamientos como a los materiales de comportamiento no lineal.
- Área metodológica: Esta área incluye tres seminarios obligatorios. El primero, asociado al diseño de programas experimentales, que está destinado a adquirir competencias en la obtención de valores durante un proyecto de investigación. El segundo, orientado a la presentación de los principios epistemológicos, la identificación de las diferentes etapas de un proyecto de investigación y el manejo de cuestiones formales en proyectos de investigación. Por último, el tercero, aborda estrategias para favorecer los procesos de elaboración y escritura académica enfocados específicamente al diseño y elaboración de la tesis de maestría.

6.2. Plan de Estudios

En el cuadro siguiente, se presentan las áreas y los seminarios que integran el currículo, la carga horaria mínima y la proporción de práctica de cada uno de ellos:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

R E G I S T R A D O
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Área	Seminarios	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Área de Fundamentos	Mecánica del sólido	32	8	40
	Dinámica avanzada de estructuras	30	10	40
	Análisis probabilístico de la seguridad estructural	32	8	40
	Método de los elementos finitos	22	8	30
	Inestabilidad del equilibrio	22	8	30
Área de Tecnologías	Diseño de estructuras de madera	22	8	30
	Estructuras de contención de suelos y túneles	25	5	30
	Métodos innovadores de diseño sismorresistente	32	8	40
	Estructuras metálicas especiales	22	8	30
	Diseño de puentes	24	6	30
	Viscoelasticidad de estructuras de hormigón	25	5	30
	Geotecnia avanzada	20	10	30
	Cálculo plástico y límite de estructuras	20	10	30
	Análisis no lineal estático y dinámico de estructuras	22	8	30
	Análisis de estructuras con no linealidad geométrica	24	6	30
Área Metodológica	Programas experimentales de ingeniería estructural	14	6	20
	Metodología de la investigación	14	6	20
	Taller para la elaboración de la tesis	10	10	20

Carga horaria total	
Área de Fundamentos	180
Área de Tecnologías	310
Área Metodológica	60
Trabajo de tesis y otras actividades complementarias	160
Total de Horas Maestría en Ingeniería Estructural	710



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



6.3. Objetivos y contenidos mínimos

- MECÁNICA DEL SÓLIDO

Objetivos:

- Analizar problemas de mecánica del sólido mediante abordajes numéricos y analíticos de forma de resolverlos con la mayor generalidad

Contenidos Mínimos:

Escalar, vector y tensor de segundo orden. Notación indicial. Tensor de tensiones. Tensores esférico y desviador, tensión efectiva. Ecuaciones diferenciales de equilibrio. Tensiones de Kirchhoff. Tensor de deformaciones. Tensores de derivadas de los desplazamientos, rotaciones y deformaciones. Elongaciones y distorsiones. Teoría de elongaciones y distorsiones pequeñas y teoría lineal. Ecuaciones de compatibilidad. Relaciones tensión - deformación. Efectos plástico y viscoso. Principio de equivalencia. Teoremas de los desplazamientos y de las tensiones virtuales. Elasticidad lineal. Ley de Hooke generalizada. Matriz de elasticidad. Materiales anisótropos ortótropos e isótropos. Principio de Saint Venant. Estados planos de tensión. Estados planos de deformación. Problema de Boussinesq en el plano. El problema fundamental de la mecánica del sólido: tensiones, deformaciones y ecuaciones constitutivas. Condiciones de borde cinemáticas, estáticas y mixtas. Teorías de primero, segundo y tercer orden. Torsión en barras prismáticas. Función de Prandtl, condiciones de borde, aplicaciones a secciones rectangulares, de paredes delgadas abiertas y cerradas. Torsión con alabeo impedido. Placas planas: gruesas, moderadamente delgadas, delgadas y membranas. Placas ortótropas. Casetonados. Placa banda semi-infinita. Placas con simetría de revolución. Cáscaras cilíndricas circulares. Cáscaras cilíndricas abiertas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



○ *DINÁMICA AVANZADA DE ESTRUCTURAS*

Objetivos:

- Resolver los problemas de dinámica avanzada de estructuras con aplicaciones a problemas de fundaciones de máquinas.
- Analizar las vibraciones de edificios y puentes inducidas por tránsito, viento, terremotos, y explosiones.
- Resolver problemas de sistemas complejos de varios grados de libertad y sistemas continuos.

Contenidos Mínimos:

Métodos utilizados para la evaluación de las solicitaciones y deformaciones originadas sobre las estructuras por varios tipos de excitaciones dinámicas: cargas móviles, viento, sismos, explosiones, excitaciones aleatorias. Estructuras simples que pueden ser idealizadas como sistemas de un grado de libertad. Desarrollo de las técnicas requeridas para evaluar su respuesta lineal y no-lineal a las excitaciones dinámicas. Procedimientos para el análisis de la respuesta lineal en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Sistemas complejos de varios grados de libertad y sistemas continuos

○ *ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL*

Objetivos:

- Adquirir conocimientos sobre seguridad estructural, sobre la base de los conceptos fundamentales de la teoría de las probabilidades y de la estadística.
- Conocer y utilizar métodos de distinto nivel en relación con aplicaciones de diverso tipo y con reglamentos actuales.
- Aplicar el método de simulación a la determinación de la probabilidad de falla



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Contenidos Mínimos:

Datos y parámetros inciertos en la ingeniería estructural. Métodos determinísticos. Normas y Reglamentos. Coeficientes de seguridad. Manejo racional de la incertidumbre. Utilidad de los métodos probabilísticos. Axiomas de la teoría de las probabilidades. Eventos condicionales e independientes. Variables aleatorias. Histogramas. Función de densidad de probabilidad y función acumulada de distribución. Valor medio, desviación estándar, coeficiente de variación. Distribuciones. Distribución de Bernoulli, distribución binomial, distribución geométrica. Período de recurrencia. Distribución de Poisson. Distribución normal. Teorema del Límite central. Distribución normal estándar. Valores característicos. Distribución LogNormal. Distribuciones de mínimo y máximo. Múltiples variables aleatorias. Funciones de variables aleatorias. Seguridad Estructural. Variables aleatorias de resistencia y solicitaciones. Función y dominio de falla. Probabilidad de falla. Expresión integral. El problema básico de la seguridad estructural. Índice de confiabilidad. Planteo general de la seguridad estructural. Espacio de las variables normalizadas. Índice de confiabilidad de 1er orden (Hasofer-Lind). Obtención de la probabilidad de falla mediante simulación. Evaluación de probabilidades mediante simulación de MonteCarlo. Generación de números aleatorios. Aplicaciones a problemas de ingeniería estructural. Estimación del error del resultado. Ecuaciones de diseño y reglamentos modernos. Formatos de los reglamentos. Confiabilidad de las ecuaciones de diseño. Procesos estocásticos: variables aleatorias dependientes del tiempo. Regla de Turkstra. Combinaciones de cargas reglamentarias. Criterios para establecer la probabilidad de falla: aplicaciones.

○ **MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS**

Objetivos:

- Interpretar las bases del método de los elementos finitos en el campo elástico, con pequeñas deformaciones y bajo acciones estáticas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Aplicar los conocimientos relativos al método para la resolución de problemas de ocurrencia frecuente en la práctica.

Contenidos Mínimos:

Cálculo variacional. Teoremas energéticos. Energía interna. Trabajo. Teorema de los desplazamientos virtuales. Teoremas complementarios. Principio de la mínima energía potencial total. Método de Rayleigh-Ritz. Estructura de un programa de elementos finitos. Resolución de sistemas de ecuaciones. Integración numérica. Aspectos computacionales. Definición de incógnitas. Condiciones de borde. Matriz topológica. Multiplicadores de Lagrange. Elemento de barra. Elemento de viga de Bernoulli-Navier y elemento de viga de Timoshenko. Elementos triangulares y rectangulares para estados planos planos de tensión y deformación. Elementos de Kirchoff y elementos de Mindlin para flexión en placas. Elementos isoparamétricos. Teoremas energéticos mixtos. Aplicaciones a vigas. Aplicaciones a placas. Modelación de estructuras de hormigón: Pautas para el modelado, interacción suelo-estructura, manejo de la torsión en losas, interpretación de resultados. Modelación de estructuras de acero: Pautas para el modelado, no linealidad topológica (elementos de sólo tensión), manejo de las combinaciones de carga en simulaciones no lineales, modelación de barras armadas, interpretación de resultados en modelos bi y tri dimensionales sometidos a estados multiaxiales de tensión.

○ *INESTABILIDAD DEL EQUILIBRIO*

Objetivos:

- Conocer la teoría de la estabilidad del equilibrio basada en el planteo de las ecuaciones de equilibrio en la posición deformada de la estructura.
- Distinguir diferentes casos que pueden presentarse de la inestabilidad del equilibrio.
- Identificar los límites de la aplicabilidad de la teoría.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Contenidos Mínimos:

Calidad del equilibrio: estable, indiferente e inestable. Diferencia entre carga crítica, carga límite y carga máxima. Bifurcación del equilibrio. Inestabilidad del equilibrio en cuerpos rígidos. Snap-trough. Inestabilidad del equilibrio de barras. Inestabilidad del equilibrio en estructuras aporticadas. Matriz de rigidez de segundo orden. Inestabilidad del equilibrio de vigas sobre fundación elástica y barras con vínculos elásticos. Pandeo torsional de columnas. Pandeo lateral de vigas. Pandeo de barras curvas, anillos y arcos.

○ *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA*

Objetivos:

- Examinar los fenómenos relacionados con el estudio de la madera como materia prima.
- Evaluar los aspectos que hacen al uso de la madera en la elaboración de productos aptos para usos estructurales.
- Comprender las prescripciones reglamentarias acerca del diseño estructural en madera.

Contenidos Mínimos:

Nuevos conceptos en la producción de maderas. La madera como material estructural, su pared celular, micro y macro estructura. Defectos. Clasificación por resistencia. Determinación de las propiedades mecánicas y físicas. Evolución de los criterios. Clasificación visual y mecánica. Normas IRAM 9662-1/2/3/4 (2015) y Norma IRAM 9660-1 (2015). Diseño estructural con madera. Tendencias internacionales. Diseño en tensiones admisibles y estados límites. El criterio europeo y el criterio norteamericano. Lineamientos de diseño adoptados en Brasil y en Chile. Análisis del criterio y de las reglas de diseño del Reglamento CIRSOC 601 (2016). Comprensión del Manual de Aplicación del Reglamento CIRSOC 601 (2016). Uso de la Guía para el proyecto de estructuras de madera con bajo compromiso estructural en base al Reglamento CIRSOC 601 (2018).



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



○ *ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DE SUELOS Y TÚNELES*

Objetivos:

- Analizar el diseño de las estructuras de contención y túneles, abarcando las hipótesis de cargas, parámetros geotécnicos, ecuaciones constitutivas, interacción suelo estructura, modelos matemáticos, cálculos analíticos, formulaciones aproximadas y cálculos no lineales.
- Analizar y resolver casos reales de proyecto y ejecución de los subterráneos de Buenos Aires y de obras en el exterior.

Contenidos Mínimos:

Estructuras de contención. Tipos de estructuras. Verificación de la seguridad y en estado de servicio. Parámetros geotécnicos. Presiones de suelos y sobrecargas. Estructuras de gravedad. Muros flexibles con anclajes. Proyecto y diseño de anclajes, aspectos constructivos. Análisis no lineal. Interacción suelo-estructura. Programas de aplicación general. Túneles. Distintas tipologías. Metodologías constructivas. Proyecto y cálculo de túneles: campaña geotécnica y ensayos. Parámetros de diseño. Hipótesis de carga. Métodos de cálculo basado en soluciones analíticas. Túneles de Buenos Aires: Últimas metodologías constructivas implementadas. Análisis de obras singulares. Cruces con interferencias. Excavaciones especiales de escasa tapada.

○ *MÉTODOS INNOVADORES DE DISEÑO SISMORRESISTENTE*

Objetivos:

- Comprender los distintos factores que influyen la respuesta sísmica de las estructuras.
- Establecer criterios de diseño basados en la performance tanto para la respuesta en el rango elástico como inelástico de las construcciones.
- Comprender los métodos para predecir y controlar la respuesta sísmica de las



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



estructuras.

- Dimensionar y detallar las estructuras para alcanzar una performance sísmica satisfactoria con énfasis en los métodos innovadores diseño sismorresistente.

Contenidos Mínimos:

Teoría y aplicaciones de la dinámica estructural a estructuras de uno y varios grados de libertad sometidas a movimientos sísmicos. Características de los movimientos del terreno y espectros de diseño. Diseño conceptual sismo-resistente global de la estructura. Rigidez, ductilidad, y capacidad de disipación de energía de los elementos para alcanzar una respuesta sísmica satisfactoria. Detalles de diseño para asegurar un comportamiento sísmico adecuado en estructuras de hormigón armado y acero. Metodologías reglamentarias y enseñanzas obtenidas del comportamiento de los edificios durante terremotos del pasado. Control de daños por aislación de bases y otras técnicas innovadoras.

○ **ESTRUCTURAS METÁLICAS ESPECIALES**

Objetivos:

- Actualizar y profundizar los conocimientos de cálculo de Estructuras Metálicas según los reglamentos y desarrollos vigentes.
- Identificar y clasificar la diversidad de tipologías de estructuras metálicas más usuales.
- Discutir y reflexionar críticamente sobre los reglamentos y las nuevas tipologías cubiertas.

Contenidos Mínimos:

Tipos de filosofía reglamentaria: ASD y LRFD. Estructura del cuerpo reglamentario CIRSOC y su organización. Cargas y combinaciones de carga. Estados límites últimos y estados límites de servicio. Revisión reglamento CIRSOC 301-2005. Conexiones abulonadas y conexiones soldadas. Barras traccionadas. Barras comprimidas. Inestabilidad del equilibrio global y local. Vigas a flexión: laminadas y de alma esbelta. Conceptos avanzados para el análisis de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



estructuras metálicas. Modelo tensión-deformación para análisis con no linealidad del material. Endurecimiento mecánico. Evaluación de estados multiaxiales. Método directo de diseño. Tipologías metálicas típicas. Líneas de transmisión de energía eléctrica. Estaciones transformadoras. Mástiles arriendados. Puentes ferroviarios metálicos. Placas base. Steel deck. Edificios en altura con estructura de acero.

o *DISEÑO DE PUENTES*

Objetivos:

- Profundizar conocimientos sobre los criterios generales para la concepción, diseño y construcción de puentes, con énfasis en los aspectos relativos a la tipología de puentes de luces moderadas.
- Brindar conocimientos actualizados sobre las normativas nacionales e internacionales de mayor relevancia para el diseño de puentes carreteros y ferroviarios.
- Conocer detalles constructivos y elementos singulares tales como defensas, juntas viscoelásticas y apoyos de neopreno.

Contenidos Mínimos:

Puentes sobre calles o rutas, puentes sobre arroyos, puentes sobre vías de FFCC. Secciones transversales para puentes ferroviarios y carreteros. Influencias de la curvatura y la oblicuidad. Datos básicos para el diseño. Normas argentinas e internacionales. Análisis de acciones: Acciones en puentes carreteros. Acciones en puentes ferroviarios. Diseño de tableros: Secciones tipo losa. Secciones tipo vigas placa. Análisis longitudinal y transversal. Dimensionamiento. Tipos de estribos. Acciones sobre estribos. Diseño y dimensionamiento de Estribos. Tipos de pilas. Acciones sobre pilas. Diseño y dimensionamiento de pilas. Diseño de elementos auxiliares: Losas de continuidad, losas de aproximación, juntas, mecanismos de apoyo. Diseño de detalles constructivos: cenefas y tapa-juntas, veredas, guardaruedas y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



canteros centrales. Defensas y barandas. Desagües del tablero. Protección de taludes en estribos. Desagües en los estribos.

○ *VISCOELASTICIDAD DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN*

Objetivos:

- Conocer los fundamentos de la viscoelasticidad mediante los modelos reológicos.
- Aplicar el modelo serie (Dischinger) a las estructuras de barras de hormigón armado y pretensado.
- Demostrar y aplicar los teoremas básicos de la reología a estructuras hiperestáticas.

Contenidos Mínimos:

Modelos reológicos. Elementos resorte y amortiguador. Modelos de Maxwell, Kelvin y del sólido típico. Ecuaciones diferenciales. Funciones de deformación diferida y de relajación. Proceso de carga y descarga. Reología del hormigón. Modelo serie de Dischinger. Efecto de envejecimiento. Funciones de deformación diferida y de relajación. Efectos reológicos en estructuras de hormigón armado. Columna corta. Barra pretensada. Vigas y estructuras aporticadas isostáticas. Estructuras aporticadas hiperestáticas de hormigón armado. Teoremas de las cargas y de las deformaciones impuestas. Estructuras con vínculos elásticos. Estructuras construidas en etapas. Viga columna de hormigón armado. Losa de hormigón sobre solera elástica. Generalización de los modelos reológicos lineales. Funciones de deformación diferida y de relajación. Analogía entre el problema elástico y el viscoelástico. Estabilidad de un cuerpo rígido montado sobre apoyos viscoelásticos.

○ *GEOTECNIA AVANZADA*

Objetivos:

- Examinar el comportamiento de suelos y rocas desde la perspectiva de la mecánica del



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



continuo.

- Adquirir conocimientos en el análisis de estructuras de tierra y de estructuras en contacto con tierra con técnicas de la geomecánica computacional.

Contenidos Mínimos:

Mecánica del continuo: Conceptos que permiten la comprensión cabal del funcionamiento y limitaciones de las técnicas de la geomecánica computacional. Problemas de estado límite último: Conceptos que permiten el análisis de problemas en los que el terreno falla. Conceptos de incertidumbre asociados a la resistencia del terreno. Problemas de estados límite de servicio: Conceptos que permiten el análisis de problemas en los que el terreno se deforma hasta el punto en el que la superestructura sale de servicio. Conceptos de incertidumbre asociados a la rigidez del terreno. Procedimientos constructivos: Análisis de problemas de interacción terreno-estructura. Aplicación de conceptos LRFD. Problemas acoplados: Conceptos que permiten el análisis computacional de problemas de flujo acoplado con deformación.

○ **CÁLCULO PLÁSTICO Y LÍMITE DE ESTRUCTURAS**

Objetivos:

- Comprender la influencia en el comportamiento estructural producida por la plasticidad de los materiales.
- Comprender las disposiciones reglamentarias para la consideración de los efectos de la plasticidad.
- Profundizar conocimientos sobre los fundamentos teóricos del cálculo límite y aplicar los mismos a diversos tipos estructurales.

Contenidos Mínimos:

Comportamiento elastoplástico del acero. Trabajo de endurecimiento en frío. Efecto Bauschinger. Criterios de fluencia. Flexión compuesta de vigas con comportamiento



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



elastoplástico. Penetración plástica. Esfuerzo normal y momento flexor plásticos. Curva de interacción Teoremas de Greenberg - Prager: teorema estático y teorema cinemático. Cálculo límite de vigas y estructuras aporticadas. Rótulas plásticas. Rotaciones límites. Redistribución de momentos. Método de la combinación de mecanismos. Verificación de estructuras existentes. Consideraciones reglamentarias. Cálculo límite de placas planas de hormigón armado. Método de las líneas de fluencia: configuraciones compatibles, teorema de la afinidad. Cargas repetidas. Estabilización de ciclos tensión - deformación. Teorema de Bleich - Melan.

○ *ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE ESTRUCTURAS*

Objetivos:

- Comprender el comportamiento no lineal de los materiales, la sección transversal y los elementos que conforman las estructuras.
- Manejar métodos de análisis del comportamiento de estructuras con no linealidad del material ante cargas estáticas y dinámicas incluyendo aplicaciones prácticas.

Contenidos Mínimos:

Métodos de resolución de problemas no-lineales: Newton-Raphson para resolver una ecuación y para resolver sistemas de ecuaciones. No linealidad a nivel del material y la sección: Modelos no lineales 1d. Cinemática y equilibrio de secciones. Discretización de la sección en fibras y repaso de integración numérica. Construcción del diagrama momento-curvatura. Construcción del diagrama de interacción. Comportamiento de secciones de hormigón armado: comportamiento del hormigón con y sin confinamiento. Comportamiento del acero de refuerzo con y sin pandeo. Diagrama N-M-Curvatura de secciones de hormigón armado. Implicancias en el diseño sísmico. No linealidad a nivel del elemento: Elementos de reticulado y de viga. Formulación en paralelo y en serie. Determinación del estado del elemento. Elementos de plasticidad concentrada. Elementos de plasticidad distribuida. No



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



linealidad a nivel estructural: Análisis estático no-lineal (pushover). Ecuación de equilibrio dinámico en régimen no-lineal. Método de Newmark. Implementación en régimen no-lineal.

○ *ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS CON NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA*

Objetivos:

- Analizar procedimientos para el análisis no lineal geométrico de estructuras utilizando herramientas computacionales basadas en elementos finitos.
- Profundizar en el análisis del fenómeno de inestabilidad estructural y su tratamiento numérico con elementos finitos, con énfasis en la influencia de imperfecciones geométricas.
- Analizar modelos estructurales discretos que sirven de base para la implementación computacional de los modelos numéricos.
- Aplicar las técnicas necesarias para describir numéricamente el fenómeno con software comercial.

Contenidos Mínimos:

Estabilidad de sistemas estructurales discretos. Trabajo y energía. Coordenadas generalizadas. Estabilidad de sistemas conservativos. Análisis de sistemas estructurales. Fuentes de no linealidad: geométrica, material, contacto. Diagramas de respuesta. Concepto de puntos límites, bifurcaciones, imperfecciones. Sistemas continuos discretizados. Aproximaciones asintóticas. Técnicas de perturbación. Descripciones paramétricas de caminos de equilibrio. Trazado numérico de caminos de equilibrio. Método de Newton-Raphson. Determinación numérica de puntos de equilibrio crítico y trayectorias post-críticas. Detección de puntos límites y puntos de bifurcación. Imperfecciones. Sensibilidad a imperfecciones. Modos de imperfección. Cinemática de deformación finita. Aplicación a estructuras imperfectas. Elementos finitos para problemas no lineales. Matriz de rigidez



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



tangente. Matriz de rigidez geométrica. Elemento finito de pórtico plano. Dedución de las matrices del elemento. Implementación computacional. Formulación corrotacional. Aplicaciones con software comercial: Análisis de estructuras imperfectas según normas. Verificación de capacidad portante.

○ *PROGRAMAS EXPERIMENTALES DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL*

Objetivos:

- Introducir y profundizar en el uso de sensores, las técnicas de adquisición de datos, la interpretación ingenieril de los resultados y conclusiones sobre el modelado, así como en relación con la incertidumbre y el comportamiento de estructuras reales.
- Establecer criterios de diseño de programas experimentales para modelos a escala en laboratorio y estructuras construidas in-situ en función de la información que se quiere obtener.

Contenidos Mínimos:

Teoría de los modelos estructurales. Dimensiones y homogeneidad dimensional. Análisis dimensional. Requisitos de similitud. Instrumentación. Tipos de sensores. Principio de funcionamiento y aplicaciones. Cantidades a ser medidas. Deformaciones, fuerzas, desplazamientos, aceleraciones. Rango y sensibilidad. Sistemas de carga. Adquisición de datos. Tipos de señales. Ruido, acondicionamiento y digitalización. Aliasing. Análisis de Fourier y filtrado. Errores y propagación. Tipos de errores. Error máximo y error probable. Evaluación de estructuras en el campo. Caracterización dinámica. Vibración libre, forzada y ambiente. Monitoreo. Ensayo de carga en puentes.

○ *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*

Objetivos:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Comprender las etapas del proceso de investigación.
- Conocer los diversos diseños del protocolo de investigación.
- Aplicar los principios epistemológicos en los proyectos de investigación y desarrollo.
- Identificar las estrategias de investigación más adecuadas para abordar la problemática relacionada con la ingeniería estructural.

Contenidos Mínimos:

El conocimiento científico: bases epistemológicas. Especificidad y características del conocimiento científico. La lógica del análisis y de la investigación. Marcos metodológicos. Construcción de la información y comunicación. Concepto y manejo de equipos interdisciplinarios en investigación. Identificación del problema de investigación. Selección y definición del tema. Diseño y planificación de la investigación. Importancia intrínseca y académica de un tema de trabajo. Originalidad del trabajo de investigación.

- o *TALLER PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS*

Objetivos:

- Adquirir herramientas conceptuales y metodológicas para la elaboración de la tesis.
- Identificar las normas y convenciones a tener en cuenta durante la elaboración de la tesis.
- Desarrollar estrategias de escritura académica.

Contenidos Mínimos:

Aspectos formales en la elaboración, organización y presentación de una tesis de maestría. Resumen. bibliografía y apéndices. Normas y convenciones sobre cuadros, gráficos, citas y notas de pie de página. Fuentes confiables en la investigación académica. Investigación bibliográfica, centros de documentación, bases de datos, "*current contents*", "*citation index*", etc. Redacción científica. Requisitos. Programas comerciales: MS Word, LaTeX.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1757

ANEXO II

**RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS
ENTRE LA ORDENANZA N° 1448 Y LA ORDENANZA N° 1757 CORRESPONDIENTE A LA
CARRERA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

SEMINARIOS ORDENANZA N° 1448	SEMINARIOS ORDENANZA N° 1757
Mecánica del sólido	Mecánica del sólido
Dinámica avanzada de estructuras	Dinámica avanzada de estructuras
Análisis probabilístico de la seguridad estructural	Análisis probabilístico de la seguridad estructural
Método de los elementos finitos	Método de los elementos finitos
Inestabilidad del equilibrio	Inestabilidad del equilibrio
Diseño de estructuras de maderas	Diseño de estructuras de madera
Estructuras de contención de suelos y túneles	Estructuras de contención de suelos y túneles
Métodos innovadores de diseño sismorresistente	Métodos innovadores de diseño sismorresistente
Estructuras metálicas especiales	Estructuras metálicas especiales
Diseño de puentes	Diseño de puentes
Viscoelasticidad de estructuras de hormigón	Viscoelasticidad de estructuras de hormigón
Geotecnia aplicada	Geotecnia avanzada
Cálculo plástico y límite de estructuras	Cálculo plástico y límite de estructuras
Sin equivalencia	Análisis no lineal estático y dinámico de estructuras
Análisis no lineal de estructuras	Análisis de estructuras con no linealidad geométrica



Ministerio de Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

R E G I S T R A D O
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Diseño de programas experimentales de ingeniería estructural	Programas experimentales de ingeniería estructural
Metodología de la investigación	Metodología de la investigación
Taller para la elaboración de tesis	Taller para la elaboración de la tesis
Estructuras de cables	Sin equivalencia
Aeroelasticidad	Sin equivalencia
Mecánica de fractura	Sin equivalencia
