

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

División Académica

## DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

UCR TEC

UNA

M.Sc. Alexander Cox Alvarado



UNED

UTN  
Universidad  
Técnica Nacional

*OPES; no. 43-2021*

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior  
División Académica

## DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



M.Sc. Alexander Cox Alvarado

*OPES ; no 43-2021*

378.728.6  
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la solicitud de creación de la maestría en ingeniería estructural de la Universidad de Costa Rica / Alexander Cox Alvarado. – Datos electrónicos (1 archivo : 600 kb). – San José, C.R. : CONARE - OPES, 2021.  
(OPES ; no. 43-2021).

ISBN 978-9977-77-412-1  
Formato pdf (34 páginas)

1. INGENIERÍA ESTRUCTURAL. 2. INGENIERÍA CIVIL. 3. MAESTRÍA UNIVERSITARIA. 4. OFERTA ACADÉMICA. 5. PLAN DE ESTUDIOS. 6. PERFIL PROFESIONAL. 7. PERSONAL DOCENTE. 8. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. I. Título. II. Serie.

EBV



## PRESENTACIÓN

El estudio que se presenta en este documento (OPES; no 43-2021) se refiere al dictamen sobre la solicitud de creación de la Maestría en Ingeniería Estructural de la Universidad de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, Investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) con base en el documento Maestría en Ingeniería Estructural, 2021, elaborado por la Universidad de Costa Rica. La revisión del documento estuvo a cargo de la Dra. Katalina Perera Hernández, Jefa de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión No. 26-2021, artículo 7, inciso a), celebrada el 27 de julio de 2021.



Eduardo Sibaja Arias  
Director de OPES

## Tabla de Contenido

Presentación.....	1
Tabla de Contenido .....	1
1. Introducción .....	1
2. Datos generales .....	1
3. Autorización para impartir posgrados .....	2
4. Justificación .....	2
5. Desarrollo del campo de la Ingeniería Estructural en la Escuela de Ingeniería Civil.....	4
6. Objetivos del posgrado .....	5
7. Perfil académico-profesional .....	5
8. Requisitos de ingreso .....	7
9. Requisitos de permanencia y de graduación.....	8
10. Listado de las actividades académicas del posgrado.....	8
11. Descripción de las actividades académicas del posgrado.....	9
12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.....	9
13. Conclusiones .....	10
14. Recomendaciones.....	10
ANEXO A.....	11
ANEXO B.....	15
ANEXO C .....	25
ANEXO D .....	27

## 1. Introducción

La solicitud para la creación de la Maestría en Ingeniería Estructural en la Universidad de Costa Rica (UCR) fue presentada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector Dr. Gustavo Gutiérrez Espeleta, en nota R-3823-2021, del 8 de junio, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes* <sup>1</sup>

Cuando se crean posgrados nuevos, se utiliza lo normado en los Lineamientos mencionados, los cuales establecen los siguientes temas, que son la base del estudio que realiza la OPES:

- Datos generales
- Autorización de la unidad académica para impartir posgrados
- Justificación del posgrado
- Desarrollo académico en el campo de estudios del posgrado
- Propósitos del posgrado
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso y de permanencia
- Requisitos de graduación
- Listado de las actividades académicas del posgrado
- Descripción de las actividades académicas del posgrado
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

## 2. Datos generales

La unidad académica base de la Maestría en Ingeniería Estructural es la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.

---

<sup>1</sup> Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013.

La duración total de la maestría será de cuatro ciclos de dieciséis semanas cada uno y se impartirán dos ciclos al año. Se abrirá la matrícula cada dos años y se ofrecerá de forma indefinida. La maestría tendrá las modalidades, académica y profesional.

Se otorgará el diploma de *Maestría en Ingeniería Estructural*.

### 3. Autorización para impartir posgrados

La Escuela de ingeniería Civil fue autorizada por el CONARE para impartir posgrados en sesión 33-1988, artículo 2, celebrada el 6 de diciembre de dicho año, cuando se aprobó la creación de la Maestría en Ingeniería Civil, por medio del dictamen 14/1988.

### 4. Justificación

La Universidad de Costa Rica justifica de la siguiente manera la necesidad de la Maestría en Ingeniería Estructural:

La sociedad costarricense vive un proceso de apertura a la economía mundial iniciado en 1986 e incrementado en gran medida durante los últimos cinco años. Esta apertura económica ha propiciado un mayor desarrollo de dos ejes principales, comercio y turismo. El desarrollo en ambas actividades permea los demás sectores de la economía, en particular, los sectores financieros y de construcción.

El incremento en la actividad comercial se debe al aumento tanto de las importaciones como de las exportaciones y se presenta como un aumento en ambos el volumen y en la diversidad de productos. Por otro lado, el número de turistas que ingresan a Costa Rica ha pasado de menos de medio millón por año a más de dos millones por año durante los últimos 20 años.

El panorama descrito ha tenido consecuencias sobre el entorno construido del país. Esas consecuencias se pueden visualizar en al menos tres aspectos: la necesidad de mejores redes de transporte de carga y pasajeros, la necesidad de mejores terminales portuarias para el comercio y aeroportuarias para el turismo y finalmente la necesidad de mejores redes de distribución de electricidad, de telefonía, de datos (fibra óptica), de agua potable de combustibles, etc.

La Universidad de Costa Rica ha sabido responder a los retos lanzados por el proceso de apertura en muchos campos. En particular, ha propiciado el crecimiento de las ingenierías mediante la creación de programas de posgrado desde finales de la década de los ochentas a sabiendas de que el mejor aporte posible consiste en la formación de profesionales con conocimientos avanzados. Estos profesionales los puede formar la Universidad porque ha sabido desarrollar laboratorios como el LanammeUCR en donde se pueden llevar a cabo investigaciones de primera línea en el campo de la Ingeniería Civil con participación de los estudiantes de posgrado.

De no ser por la atinada política de crecimiento de los programas de posgrado en Ingeniería, los profesionales interesados en estudios avanzados tendrían que optar por ingresar a universidades extranjeras. Esta opción, aunque igualmente válida para el país en el largo plazo,

incide directamente en el número de profesionales con estudios avanzados que establecen su práctica profesional en el país. En general se puede decir que el número de esos profesionales es menor porque los costos son potencialmente mayores y porque además se compromete su retorno al país. Además, también se limita la movilidad social y se obliga a las universidades a tener programas más grandes de financiamiento de posgrados en el extranjero con el objeto de formar a sus propios académicos.

Acorde con ese lineamiento, la Escuela de Ingeniería Civil obtuvo la aprobación del CONARE (Dictamen OPES-14-88) para iniciar un Programa de Posgrado habilitado para otorgar el grado académico de Magister Scientiae en Ingeniería Civil en tres áreas de énfasis: Ingeniería Estructural, Ingeniería de Transportes e Ingeniería Ambiental quedando para un futuro las áreas de Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Geotécnica e Ingeniería de Sistemas. La Escuela de Ingeniería Civil cuenta además con el Programa de Posgrado en Gestión Ambiental y Ecoturismo que ofrece una Maestría Académica y una Profesional con cuatro énfasis. Por tanto, la Escuela y su personal docente están acreditados ante CONARE.

Sin embargo, el área o énfasis en ingeniería estructural fue cerrado y ahora surge la necesidad de crear la Maestría en Ingeniería Estructural en la modalidad académica y profesional. Solicitud que se basa en la experiencia desarrollada a lo largo de veinte años de operación del Programa durante los cuales hemos consolidado los cuadros de profesores, los programas de cursos y el financiamiento del programa, necesarios para cumplir con lo estipulado en el Dictamen supracitado.

La Ingeniería Estructural es la rama de la Ingeniería Civil que se dedica a estudiar el comportamiento de las estructuras y componentes soportantes de las obras que construye el ingeniero civil, para poder diseñarlas de manera que sean seguras, económicas y funcionales. Dentro de este contexto de capacitación tecnológica, orientada, a soportar desde el punto de vista ingenieril, el desarrollo y crecimiento de los sistemas de infraestructura modernos, surgen, sin embargo, necesidades particulares de acuerdo con los objetivos estratégicos de nuestra economía.

La construcción de obras de infraestructura civil tales como edificios, aeropuertos, puertos, carreteras, oleoductos, acueductos, proyectos de generación hidroeléctrica, etc.; requiere en gran medida de profesionales en el campo de la Ingeniería Estructural, que son piezas fundamentales en el país para el desarrollo de tales sistemas.

Actualmente, los especialistas en el campo de la Ingeniería Estructural pueden realizar sus estudios mediante la Maestría Académica en Ingeniería Civil que ofrece el Programa de Posgrado respectivo. Sin embargo, lo anterior sucedió porque anteriormente no existían otros planes para las distintas áreas de la ingeniería civil. Actualmente, se tienen planes distintos para Administración e Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Geotécnica, Ingeniería de Transportes e Ingeniería Hidráulica. Las últimas tres poseen modalidad académica y profesional. Es por esto que se vuelve necesario establecer formalmente el plan de estudios para el área de la Ingeniería Estructural en las modalidades académica y profesional, la cual tendrá una demanda alta debido a que en los últimos años se ha incrementado la construcción de obras de infraestructura básica para el desarrollo del país; tales como los siguientes:

- Ampliación de puertos y aeropuertos
- Ampliación de la Refinería en Moín
- Ampliación del oleoducto
- Construcción de marinas
- Construcción de proyectos hidroeléctricos privados y estatales
- Construcción de edificios e infraestructura asociada del sector turístico. Proyectos y megaproyectos hoteleros

- Obras viales en proceso de construcción (puentes). Se mencionan por ejemplo los proyectos Ciudad Colón Orotina, San José -San Ramón, Ciudad Quesada - Florencia, Costanera Quepos -Dominical, etc.

En el caso de los puentes es notoria la cantidad de daños asociados a la falta de especialistas en ingeniería estructural por parte del MOPT. Se requiere por lo tanto una mayor cantidad de especialistas en esta área, que sean capaces de influir sobre la parte política y ejecutiva del estado, a fin de concientizar que la inversión que se realice en la parte de Ingeniería Estructural de los proyectos, redundará en un aseguramiento de las inversiones del estado. (Universidad de Costa Rica, Maestría en Ingeniería Estructural, 2021)

La justificación cumple con los elementos establecidos.

## 5. Desarrollo del campo de la Ingeniería Estructural en la Escuela de Ingeniería Civil

La Escuela de Ingeniería Civil ha ofrecido, dentro de la Maestría en Ingeniería Civil, el énfasis en Ingeniería Estructural por más de treinta años. Adicionalmente a lo anterior, la Escuela envió la siguiente información:

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica; así como las universidades privadas, forman un ingeniero civil de índole generalista, en que el graduado tiene conocimientos básicos en todas las áreas, pero profundiza medianamente o muy poco en alguna área específica. No obstante, para resolver muchos de los problemas que el desarrollo de la infraestructura presenta, se requiere la participación de especialistas en las distintas disciplinas. Específicamente en el campo de la Ingeniería Estructural, este programa de maestría pretende la formación de especialistas con los conocimientos necesarios para el desarrollo de obras complejas. Se mencionan por ejemplo los edificios de gran altura, puentes de grandes luces, estadios, los embalses, los aeropuertos, centros comerciales complejos, entre otros.

Se han propuesto por lo tanto un programa de maestría que brinde a los graduandos una serie de conocimientos y destrezas que les permitan desempeñarse como especialistas en esas áreas.

Tradicionalmente la Universidad de Costa Rica ha sido uno de los principales sitios donde se realiza investigación. Ésta se desarrolla en cada una de las unidades académicas, conjunta o paralelamente con los diferentes centros de investigación. En el caso específico de la maestría en ingeniería estructural, se tiene un vínculo muy estrecho con el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Escuela de Ingeniería Civil; sitio donde se realiza investigación del Programa de Maestría en Ingeniería Civil. Con base en las investigaciones llevadas a cabo en la Escuela de Ingeniería Civil, se plantean las siguientes líneas de investigación para desarrollar tesis de maestría en Ingeniería Estructural en su modalidad académica:

- Comportamiento y diseño de estructuras
- Evaluación y rehabilitación de estructuras existentes
- Evaluación de sistemas estructurales para construcción de viviendas y escuelas
- Materiales estructurales
- Riesgo y confiabilidad estructural
- Estructuras inteligentes

Las facilidades de equipos de laboratorio y campo con que cuenta el Lanamme UCR garantizan que puede realizarse la investigación requerida por este programa de maestría.

El desarrollo académico en Ingeniería Estructural se considera apropiado para ofrecer esta maestría.

## 6. Objetivos del posgrado

### Objetivo general de la modalidad académica:

Proporcionar los medios teóricos y prácticos para que el investigador en Ingeniería Estructural tenga la posibilidad de incrementar su capacitación en el planeamiento, diseño y ejecución de proyectos de investigación estructural en las edificaciones y obras civiles.

### Objetivo general de la modalidad profesional:

Proporcionar los medios teóricos y prácticos para que el profesional en Ingeniería Civil tenga la posibilidad de incrementar su capacitación en el planeamiento, diseño y ejecución del componente estructural de las edificaciones y obras civiles.

Los objetivos planteados están acordes con el grado y nombre de la carrera propuestos.

## 7. Perfil académico-profesional

Según la Universidad de Costa Rica, los graduados de la Maestría tendrán el siguiente perfil profesional, de acuerdo con cada una de las modalidades:

### *Modalidad académica:*

El graduado de la maestría académica en Ingeniería Estructural deberá adquirir los siguientes conocimientos, valores, habilidades y destrezas después de concluir el programa:

### Conocimientos:

- Dinámica de estructuras
- Métodos avanzados de análisis estructural
- Ingeniería Sísmica
- Comportamiento inelástico de estructuras
- Instrumentación de laboratorio y campo
- Materiales estructurales
- Evaluación y rehabilitación de estructuras
- Utilización de programas de análisis y diseño

#### Habilidades y destrezas:

- Comprender ampliamente el comportamiento de las estructuras como soporte de toda obra civil
- Poseer la formación necesaria para el mejoramiento de la calidad y compatibilidad ambiental de los proyectos de ingeniería.
- Tener capacidad técnica para desarrollar proyectos de investigación aplicados a la optimización de métodos de diseño y construcción.
- Adquirir una sólida formación académica en el campo de la Ingeniería Estructural que les permita participar en proyectos de investigación dentro y fuera del país.

#### Actitudes y valores:

- Compromiso con la preservación del medio ambiente.
- Deseo de contribuir al desarrollo sostenible del país.
- Sólida ética profesional
- Deseos de transmitir los conocimientos a otros profesionales.
- Deseos de colaborar con la docencia.
- Contribuir al progreso del país y a la innovación tecnológica.
- Amplios deseos de superación personal.
- Toma de conciencia de los problemas nacionales y colaboración para resolverlos.

#### *Modalidad profesional:*

El graduado del posgrado en la maestría profesional en Ingeniería estructural deberá adquirir los siguientes conocimientos, valores, habilidades y destrezas después de concluir el programa:

#### Conocimientos:

- Dinámica de estructuras
- Métodos avanzados de análisis estructural
- Ingeniería Sísmica
- Comportamiento inelástico de estructuras
- Materiales estructurales
- Evaluación y rehabilitación de estructuras
- Utilización de programas de análisis y diseño

#### Habilidades y destrezas:

- Comprender ampliamente el comportamiento de las estructuras como soporte de toda obra civil
- Conocer ampliamente las técnicas de diseño de estructuras disponibles en el mercado nacional y en el mundo; así como nuevas tecnologías en equipos y materiales.
- Poseer la formación necesaria para el mejoramiento de la calidad y compatibilidad ambiental de los proyectos de ingeniería.
- Determinar y propulsar los cambios requeridos en la industria de la construcción civil para mejorar su eficiencia, con mira en un desarrollo sostenible del país.
- Conocer en detalle la legislación nacional en el campo del diseño y construcción de obras civiles, para superación general de las entidades públicas y privadas encargadas de su construcción.
- Adquirir una sólida formación profesional en el campo de la Ingeniería Estructural que les permita cumplir con retos profesionales dentro y fuera del país.

Actitudes y valores:

- Compromiso con la preservación del medio ambiente.
- Deseo de contribuir al desarrollo sostenible del país.
- Sólida ética profesional
- Contribuir al progreso del país y a la innovación tecnológica.
- Amplios deseos de superación personal.
- Toma de conciencia de los problemas nacionales y colaboración para resolverlos.

(Universidad de Costa Rica, Maestría en Ingeniería Estructural, 2021.)

De acuerdo con lo descrito, la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior considera que el perfil profesional se adecúa a los resultados de aprendizaje esperados establecidos en el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana para el grado de Maestría en sus modalidades académica y profesional. <sup>2</sup>

## 8. Requisitos de ingreso

Según la Universidad de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Contar con la Licenciatura en Ingeniería Civil.
- En casos muy calificados, podrán ingresar estudiantes con licenciatura de otras áreas estrechamente relacionadas con la Ingeniería Civil, en cuyo caso deberán aprobar las asignaturas nivelatorias que la Comisión de Posgrado determine.

Adicionalmente, “deberá también contar con un desempeño académico que lo coloque en el 20 por ciento superior de su promoción de Licenciatura; tener manejo instrumental del idioma inglés; dedicar al menos medio tiempo a los estudios de maestría y realizar un examen de ubicación” <sup>3</sup>. Para quienes ingresen a la modalidad académica, estos deben comunicar por escrito el tema de tesis de interés a desarrollar dentro del programa.

---

<sup>2</sup> CSUCA, Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana, 2018.

<sup>3</sup> Universidad de Costa Rica, Maestría en Ingeniería Estructural, 2021.

## 9. Requisitos de permanencia y de graduación

La permanencia en la Maestría está determinada por el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado de la UCR. Se establece como requisito de graduación lo siguiente:

- Aprobar todos los cursos y las actividades del plan de estudios.
- Los estudiantes de la modalidad académica, deben presentar y aprobar una tesis de maestría que el estudiante deberá exponer y defender ante un tribunal.

Adicionalmente, el estudiante debe cumplir con los demás requisitos financieros y administrativos de la Universidad de Costa Rica.

## 10. Listado de las actividades académicas del posgrado

Los planes de estudio de cada modalidad se presentan en el Anexo A. Las actividades del plan de estudios de la **modalidad profesional** se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Cuatro cursos de seminario de maestría de un crédito cada uno.
- Un curso obligatorio de tres créditos.
- Siete cursos electivos de tres créditos cada uno.
- Tres cursos obligatorios de cuatro créditos cada uno.
- Cuatro talleres aplicados de cinco créditos cada uno.

El total de créditos es de 60. Todas las normativas vigentes para los cursos y para el posgrado y modalidad profesional de Maestría se cumplen.

Las actividades del plan de estudios de la **modalidad académica** se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Cuatro cursos de seminario de maestría de un crédito cada uno.
- Un curso obligatorio de tres créditos.
- Cuatro cursos electivos de tres créditos cada uno.
- Tres cursos obligatorios de cuatro créditos cada uno.
- La investigación de tesis, con un total de treinta créditos, subdividida en tres de cursos de Investigación de tesis I, II y III, y la defensa de la tesis con seis créditos.

El total de créditos es de 61. Todas las normativas vigentes para los cursos y para el posgrado y modalidad académica de Maestría se cumplen.

#### 11. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y demás actividades académicas del posgrado se muestran en el Anexo B.

Las actividades académicas corresponden o están acorde con el grado y titulación propuesta.

#### 12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en una maestría son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Maestría debidamente reconocido y equiparado.
- Los profesores deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo al posgrado.

Adicionalmente, para la modalidad académica de maestría, se exige lo siguiente:

- Preferiblemente, la mitad de los profesores deben poseer Doctorado o tener investigaciones activas.

Los profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Estructural son los que se indican en el Anexo C. En el Anexo D se indica el título y grado del diploma respectivo de posgrado de cada uno de los docentes. Todas las normativas vigentes se cumplen.

Todas las normativas vigentes respecto a los docentes se cumplen.

### 13. Conclusiones

La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal <sup>4</sup>, en el Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior <sup>5</sup> y con los procedimientos establecidos por el documento Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes.

### 14. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica la creación de la Maestría en Ingeniería Estructural de acuerdo con los términos expresados en este dictamen.
- Que la Universidad de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.

---

<sup>4</sup> Aprobada por el CONARE en la sesión del 10 de noviembre de 1976.

<sup>5</sup> Aprobada por el CONARE en la sesión 19-2003, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

ANEXO A

**PLANES DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO A.1

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (modalidad profesional)

<u>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>Primer semestre</u>	<u>17</u>
Dinámica estructural avanzada	4
Método de elementos finitos en mecánica estructural	4
Curso electivo	3
Seminario de maestría I	1
Taller aplicado I	5
<u>Segundo semestre</u>	<u>16</u>
Introducción a la ingeniería sísmica	4
Análisis y diseño inelástico de estructuras	3
Curso electivo	3
Seminario de maestría II	1
Taller aplicado II	5
<u>Tercer semestre</u>	<u>15</u>
Curso electivo	3
Curso electivo	3
Curso electivo	3
Seminario de maestría III	1
Taller aplicado III	5
<u>Cuarto semestre</u>	<u>12</u>
Curso electivo	3
Curso electivo	3
Seminario de maestría IV	1
Taller aplicado IV	5
<b><i>Total de créditos</i></b>	<b><i>60</i></b>

## ANEXO A.2

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (modalidad académica)

CICLO Y NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer semestre</u>	<u>12</u>
Dinámica estructural avanzada	4
Método de elementos finitos en mecánica estructural	4
Curso electivo	3
Seminario de maestría I	1
<u>Segundo semestre</u>	<u>16</u>
Introducción a la ingeniería sísmica	4
Análisis y diseño inelástico de estructuras	3
Investigación de tesis II	8
Seminario de maestría II	1
<u>Tercer semestre</u>	<u>15</u>
Curso electivo	3
Curso electivo	3
Investigación de tesis III	8
Seminario de maestría III	1
<u>Cuarto semestre</u>	<u>12</u>
Curso electivo	3
Investigación de tesis IV	8
Defensa de tesis	6
Seminario de maestría IV	1
<b><i>Total de créditos</i></b>	<b><i>61</i></b>

### ANEXO A.3

## LISTA DE CURSOS OPTATIVOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

(ambas modalidades)

<b>NOMBRE DEL CURSO ELECTIVO</b>	<b>NÚMERO DE CRÉDITOS</b>
Materiales estructurales	3
Diseño estructural avanzado	3
Concreto estructural avanzado	3
Modelos y métodos experimentales	3
Inspección, mantenimiento y gestión de puentes	3
Estructuras de madera	3
Ingeniería de cimentaciones	3
Diseño avanzado de estructuras de acero	3
Diseño avanzado de estructuras de mampostería	3
Análisis y diseño de concreto preesforzado	3
Elasticidad aplicada	3
Estabilidad en estructuras	3
Ingeniería estructural forense	3
Reparación y refuerzo de estructuras de concreto	3
Diseño de cimentaciones	3

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO B

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Curso: Dinámica estructural avanzada

Créditos: 4

Objetivo general:

Conocer métodos y procedimientos para evaluar la respuesta de estructuras bajo cargas dinámicas.

Contenido temático:

- Sistemas de un grado de libertad
- Sistemas discretos de n grados de libertad
- Sistemas continuos
- Análisis estocástico

Curso: Método de elementos finitos en mecánica estructural

Créditos: 4

Objetivo general:

El curso introduce al estudiante en los temas pertinentes al análisis estructural moderno. El objetivo general es presentar las técnicas generales de análisis estructural mediante métodos de discretización.

Contenido temático:

- Repaso de elasticidad y principios variacionales
- Matriz de rigidez estructural
- Concepto del elemento finito
- Aplicaciones a problemas bidimensionales y tridimensionales
- Problemas axisimétricos
- Aplicaciones a flexión de placas
- Pandeo y vibraciones de vigas y placas
- Descripción de la arquitectura de los programas computacionales
- Introducción al método de elementos de frontera

Curso: Seminario de Maestría I, II, III y IV

Créditos: 1 cada uno

Objetivo general:

En este curso se espera proporcionar al estudiante la oportunidad de escuchar experiencias tanto académicas como profesionales de parte de diferentes conferencistas tanto nacionales como extranjeros.

Contenido temático:

Al menos una conferencia mensual sobre temas de diversa índole a convenir con los conferencistas.

Curso: Introducción a la ingeniería sísmica

Créditos: 4

Objetivo general:

El curso introduce al estudiante a los temas más relevantes de la ingeniería sísmica y lo prepara para el diseño sismo-resistente de obras civiles. El objetivo general es ofrecer los fundamentos de la ingeniería sísmica en relación con otras áreas de la Ingeniería Civil.

Contenido temático:

- Introducción a la sismología
- Efectos locales del suelo sobre las estructuras
- Interacción estructura-suelo
- Peligrosidad y riesgo sísmico
- Registro y procesamiento de solicitaciones sísmicas
- Generación de espectros de respuesta sísmica
- Potencial de destructividad sísmica

Curso: Análisis y diseño inelástico de estructuras

Créditos: 3

Objetivo general:

El curso introduce al estudiante a los métodos modernos de análisis y diseño establecidos para zonas sísmicas.

Contenido temático:

- Principios fundamentales. Energía total en sistemas inelásticos
- Distribución básica de daños en sistemas elastoplásticos
- Ley fundamental de distribución de daños
- Evaluación de daños en marcos flexibles de varios pisos
- Diseño límite sismorresistente
- Características de los elementos estructurales
- Métodos de diseño y sus aplicaciones

Curso: Materiales estructurales

Créditos: 3

Objetivo general:

Proveer conocimientos avanzados de las propiedades ingenieriles de los materiales de construcción.

Contenido temático:

- Introducción a los materiales estructurales.
- Concreto: Microfisuramiento, flujo plástico, aditivos, polímeros, uso de fibras.
- Acero: Estructura atómica y mecanismos de resistencia.

- Madera: Especies costarricenses y propiedades para diseño.
- Materiales compuestos: Teoría y aplicaciones
- Interacción Material-Estructura: Influencia de las propiedades mecánicas de los materiales en la respuesta estructural de obras civiles

Curso: Diseño estructural avanzado

Créditos: 3

Objetivo general:

Brindar un foro para la exposición de diversos temas de la ingeniería civil.

Contenido:

- Presentación de experiencias profesionales en ingeniería.
- Exposición de los profesores del programa de sus proyectos de práctica profesional.

Curso: Concreto estructural avanzado

Créditos: 3

Objetivo general:

El curso forma parte esencial del proceso de especialización en el área de la Ingeniería Estructural ya que más del 90% de nuestras construcciones son de concreto. El objetivo general es familiarizar al estudiante con el estado actual del diseño de estructuras de concreto.

Contenido temático:

- Desarrollos recientes e impacto estructural
- Cortante y tensión diagonal
- Columnas: biaxialidad y esbeltez
- Análisis elástico e inelástico de marcos
- Losas en dos direcciones y teoría de líneas de fluencia
- Muros de cortante
- Concreto preesforzado

Curso: Modelos y métodos experimentales

Créditos: 3

Objetivo general:

Para realizar investigación experimental y para desarrollar un mejor entendimiento del comportamiento real de las estructuras, es necesario un adecuado conocimiento de los modelos y métodos experimentales actualmente disponibles. El objetivo general es introducir al estudiante al campo del modelaje estructural y las técnicas experimentales.

Contenido temático:

- Teoría del modelaje y requerimientos de similitud para estructuras sometidas a carga estática.
- Modelos elásticos, materiales y fabricación
- Requerimientos de similitud para modelos de concreto reforzado
- Medición física de deformaciones y desplazamientos
- Galgas extensométricas y dispositivos LVDT

- Técnicas de análisis experimental de esfuerzos
- Sistemas de adquisición de datos

Curso: Inspección, mantenimiento y gestión de puentes

Créditos: 3

Objetivo general:

Facilitar al estudiante las técnicas de inspección, mantenimiento y gestión de puentes.

Contenido temático:

- Introducción a la inspección de puentes
- Realidad actual de la gestión de puentes y su desarrollo
- Estudio de la práctica de la inspección
- Prácticas de seguridad durante la inspección
- Evaluación y mantenimiento de elementos en puentes
- Aplicación de la práctica de inspección

Curso: Estructuras de madera

Créditos: 3

Objetivo general:

Capacitar al estudiante para el diseño de estructuras de madera (dimensionar y detallar) de forma que, al final del curso, el estudiante deberá tener un conocimiento fundamental de la madera como material estructural y ser capaz de diseñar elementos estructurales de madera (vigas, columnas, muros, diafragmas) y sus respectivas conexiones, así como estructuras simples como edificaciones con armaduras, marcos y muros.

Contenido temático:

- Historia de estructuras de madera
- Estructura y propiedades de la madera
- La madera como material de construcción
- Dimensionamiento y detallado de elementos
- Conexiones
- Estructuras

Curso: Ingeniería de cimentaciones

Créditos: 3

Objetivo general:

Conocer y entender con detalle sobre la cimentación de estructuras con aplicaciones especiales

Contenido temático:

- Introducción y aspectos básicos: propiedades del suelo y de la roca, tipos de cimentaciones y códigos de diseño
- Esfuerzos y asentamientos: propiedades de deformabilidad, estimación de asentamientos y valores permisibles

- Cimentaciones superficiales: tipos, cargas excéntricas e inclinadas, cimientos combinados, edificios con sótano, muros de retención, bloques rígidos
- Cimentaciones profundas: capacidad de carga de pilotes, micropilotes, pilas, cilindros, carga lateral, fórmulas de hinca
- Cimentaciones en roca: capacidad de carga de cimientos en roca, resistencia de juntas, anclajes, método de Hoek & Brawn
- Cimentaciones en suelos inestables: suelos expansivos, suelos colapsables, suelos licuables
- Cimentaciones sobre suelos blandos: losas, pilotes, columnas de grava, precarga
- Casos especiales de cimentación: tanques, diques y terraplenes, cimientos antivibratorios, recalces

Curso: Diseño avanzado de estructuras de acero

Créditos: 3

Objetivo general:

Conceptualizar y desarrollar el diseño ingenieril de sistemas estructurales en acero.

Contenido temático:

- Cálculo de elementos de acero especiales. Cálculo de secciones variables. Vigas de alma expandida
- Vibración de entrepisos
- Estabilidad de estructuras de acero (Método Directo)
- Análisis Sísmico de Estructuras de acero

Curso: Diseño avanzado de estructuras de mampostería

Créditos: 3

Objetivo general:

Conceptualizar y desarrollar el diseño ingenieril de sistemas estructurales en mampostería.

Contenido temático:

- Diseño de elementos estructurales de mampostería (linteles, pilastras, muros)
- Resistencia y rigidez en flexión y cortante
- Ductilidad de elementos de mampostería reforzada
- Detalles de refuerzo
- Diseño de conexiones
- Diseño para cargas sísmicas y de viento
- Diseño de mampostería preesforzada

Curso: Análisis y diseño de estructuras de concreto preesforzado

Créditos: 3

Objetivo general:

Dominio de los conceptos principales del análisis y diseño de componentes y estructuras de concreto preesforzado para edificaciones y puentes.

Contenido temático:

- Introducción y antecedentes
- Materiales y tecnología de preesfuerzo
- Análisis y diseño a flexión y flexo-compresión
- Diseño a cortante y torsión
- Pérdidas de fuerza de tensado
- Vigas y marcos continuos
- Losas postensadas
- Consideraciones para diseño sismorresistente

Curso: Elasticidad aplicada

Créditos: 3

Objetivo general:

Dominio de los conceptos principales de la teoría lineal de la elasticidad dentro del contexto del análisis de estructuras.

Contenido temático:

- Torsión de barras prismáticas
- Esfuerzos y resultante de esfuerzos en barras
- Esfuerzos cortantes y flujo de cortante en vigas
- Curva elástica
- Flexión y torsión de perfiles
- Teoría de placas y cascarones

Curso: Estabilidad en estructuras

Créditos: 3

Objetivo general:

Introducir los conceptos de estabilidad estructural de estructuras.

Contenido temático:

- Principios generales de estabilidad de estructuras
- Estabilidad de elementos
- Estabilidad de vigas
- Estabilidad de elementos viga-columna
- Estabilidad de marcos
- Métodos de energía y numéricos

Curso: Ingeniería estructural forense

Créditos: 3

Objetivo general:

Estudiar el proceso de investigación forense para el esclarecimiento de las causas de daños, signos de esfuerzo o colapso de estructuras en ingeniería. Conceptualizar las fallas estructurales, sus causas y consecuencias. Estudiar casos de estudio. Aplicar el conocimiento al análisis de casos particulares.

Contenido temático:

- La Ingeniería estructural forense. Las circunstancias que llevan a su contratación y su finalidad.
- Situaciones particulares que implican el uso de la Ingeniería estructural forense: Accidentes, Incidentes y hechos (signos o evidencia de esfuerzo, falla o colapso). Causas y consecuencias.
- Método de evaluación forense – determinación de causas objetivas - de defectos y fallas estructurales.
- Estándares éticos y aspectos legales. Roles y responsabilidades. El investigador y los testigos expertos.
- Casos de Estudio
- Proyecto de investigación forense.

Curso: Reparación y refuerzo de estructuras de concreto

Créditos: 3

Objetivo general:

Describir la condición, resistencia, servicio y ductilidad de estructuras existentes y estudiar los criterios y estrategias de reparación, rehabilitación o refuerzo ante las cargas gravitacionales, de viento, sísmicas o especiales para garantizar un adecuado desempeño durante su vida de servicio.

Contenido temático:

- Comportamiento del concreto y su naturaleza. Fisuramiento y otros signos de deterioro en el concreto, sus orígenes.
- Evaluación de la condición de estructuras de concreto estructural.
- Técnicas de reparación de estructuras de concreto.
- Técnicas de refuerzo y rehabilitación de estructuras de concreto.
- Casos de estudio

Curso: Diseño de cimentaciones

Créditos: 3

Objetivo general:

Profundizar en el diseño estructural de los elementos que conforman la cimentación de obras civiles.

Contenido temático:

- Introducción y aspectos básicos: tipos de cimentaciones y códigos de diseño
- Interacción suelo-estructura y obtención de parámetros del terreno para análisis estructural
- Análisis y diseño estructural de placas aisladas, placas corridas y vigas de amarre.
- Análisis y diseño estructural de losas de fundación.
- Análisis y diseño estructural de cimentaciones semiprofundas: bloque rígido.
- Análisis y diseño estructural de pilotes ante cargas gravitacionales y sísmicas.
- Diseño de cabezales de sistemas de pilotes
- Consideraciones especiales en zonas sísmicas

Curso: Taller aplicado I

Créditos: 5

Objetivo general:

Realizar un diseño estructural completo de una nave industrial incluyendo estudios preliminares, modelado, análisis y diseño estructural, elaboración de planos constructivos.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Curso: Taller aplicado II

Créditos: 5

Objetivo general:

Realizar un diseño estructural completo de una edificación incluyendo estudios preliminares, modelado, análisis y diseño estructural, elaboración de planos constructivos.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Curso: Taller aplicado III

Créditos: 5

Objetivo general:

Realizar un diseño estructural completo de un puente incluyendo estudios preliminares, modelado, análisis y diseño estructural, elaboración de planos constructivos.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Curso: Taller aplicado IV

Créditos: 5

Objetivo general:

Realizar un diseño estructural completo de una estructura especial incluyendo estudios preliminares, modelado, análisis y diseño estructural, elaboración de planos constructivos.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Curso: Investigación de tesis I

Créditos: 8

Objetivo general:

Definir la propuesta del trabajo de investigación.

Contenido temático:

- Propuesta de un tema de tesis.
- Recopilación de la bibliografía.
- Definición de los métodos de trabajo.
- Formulación del proyecto de tesis.

Curso: Investigación de tesis II

Créditos: 8

Objetivo general:

Definir la propuesta del trabajo de investigación.

Contenido temático:

Obtención de los datos necesarios para la tesis.

Curso: Investigación de tesis III

Créditos: 8

Objetivo general:

Avanzar la tesis.

Contenido temático:

Redacción del primer borrador final de la tesis.

Curso: Investigación de tesis IV

Créditos: 8

Objetivo general:

Completar la tesis.

Contenido temático:

- Redacción del borrador final de la tesis.
- Corrección del borrador de tesis.

Curso: Defensa de tesis

Créditos: 6

Objetivo general:

Presentar la tesis de maestría de manera oral.

Contenido temático:

Defensa pública de la tesis de maestría.

ANEXO C

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO C

### PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

#### PROFESOR

#### CURSO

##### *Actividades comunes*

Dinámica estructural avanzada

Carlos Fernández Chaves

Sergio Lobo Aguilar

Método de elementos finitos en mecánica estructural

Julián Trejos Villalobos

Daniel Ureña Muñoz

Introducción a la ingeniería sísmica

Víctor Schmidt Díaz

Análisis y diseño inelástico de estructuras

Luis Diego Salas de la Fuente

Seminario de maestría I, II, III y IV

Profesor de la planta docente \*

##### *Actividades de la modalidad profesional*

Taller aplicado I, II, III y IV

Profesor asignado a cada alumno \*\*

##### *Actividades de la modalidad académica*

Investigación de tesis I, II, III y IV

Profesor asignado a cada alumno \*\*

##### *Cursos electivos*

Materiales estructurales

Alejandro Navas Carro

Diseño estructural avanzado

Daniilo Hernández Guerrero

Carlos Fernández Chaves

Concreto estructural avanzado

Esteban Villalobos Vega

Luis Diego Salas de la Fuente

Modelos y métodos experimentales

Guillermo González Beltrán

Inspección, mantenimiento y gestión de puentes

Pío Miranda Jenkins

Rolando Castillo Barahona

Estructuras de madera

Guillermo González Beltrán

Ingeniería de cimentaciones

Marcia Cordero Sandí

Diseño avanzado de estructuras de acero

Pío Miranda Jenkins

Diseño avanzado de estructuras de mampostería

Alejandro Navas Carro

Análisis y diseño de concreto preesforzado

Luis Diego Salas de la Fuente

Elasticidad aplicada

Yi Cheng Liu

Estabilidad en estructuras

Pablo Agüero Barrantes

Ingeniería estructural forense

Rubén Salas Pereira

Reparación y refuerzo de estructuras de concreto

Rubén Salas Pereira

Diseño de cimentaciones

Julián Trejos Villalobos

Notas:

\* Los profesores se rotarán en este curso cada promoción

\*\* Los profesores se designarán de acuerdo con la temática del trabajo final o de tesis

ANEXO D

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## **ANEXO D**

### **PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

**PABLO AGÜERO BARRANTES**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**ROLANDO CASTILLO BARAHONA**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Canterbury, Nueva Zelanda.

**YI CHENG LIU**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Taiwán.

**MARCIA CORDERO SANDÍ**

Maestría en Ingeniería Geotécnica, Universidad de Costa Rica.

**CARLOS FERNÁNDEZ CHAVES**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**GUILLERMO GONZÁLEZ BELTRÁN**

Doctorado en Ingeniería Estructural, Universidad Técnica de Eindhoven, Países Bajos (Holanda).

**DANILO HERNÁNDEZ GUERRERO**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**SERGIO LOBO AGUILAR**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Connecticut, Estados Unidos de América.

**PÍO MIRANDA JENKINS**

Maestría en Ingeniería Sísmica, Universidad de Pavía, Italia.

**ALEJANDRO NAVAS CARRO**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**LUIS DIEGO SALAS DE LA FUENTE**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**RUBÉN SALAS PEREIRA**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos de América.

**VÍCTOR SCHMIDT DÍAZ**

Doctorado en Ingeniería Sísmica, Universidad Politécnica de Cataluña, España.

**JULIÁN TREJOS VILLALOBOS**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**DANIEL UREÑA MUÑOZ**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**ESTEBAN VILLALOBOS VEGA**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES

UCR

TEC

UNA

UNED

UTN  
Universidad  
Técnica Nacional