



ESTA OBRA ES PROPIEDAD DE LA
BIBLIOTECA DEL
CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

ACTIVO NUMERO: 14553



OPES.10/12/97/v.1

**EVALUACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
1991-1997**

OPES- 28/97

Diciembre, 1997

624

C- e Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la
OPES 28/97 Educación Superior

Evaluación de la Maestría en Ingeniería Civil de la Univer-
sidad de Costa Rica 1991-1997 / Consejo Nacional de
Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Su-
perior. - San José C.R, CONARE, OPES, : Publicaciones,
1997.

63 p ; 28 cm.

Anexos

1. EDUCACIÓN SUPERIOR. 2. EVALUACIÓN DE LA
CARRERA 3. INGENIERÍA CIVIL. 4. PLANES Y PROGRA-
MAS DE ESTUDIO. 6. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
I. TITULO.

PRESENTACIÓN

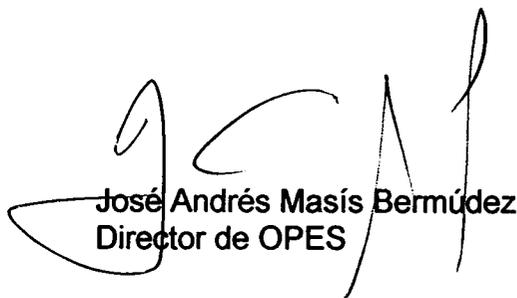
Este documento se refiere a la evaluación realizada por la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) al Programa de Maestría en Ingeniería Civil que ofrece la Universidad de Costa Rica.

Fue realizado por la M.Ed. Jeannette Fallas M. y con ella colaboró la M.Ed. Laura Jiménez U., integrantes del Equipo de Evaluación de la División Académica de la OPES.

La revisión final fue realizada por el M.B.A. Minor Martín G., jefe de la División Académica de la OPES.

Las evaluadoras agradecen la valiosa colaboración del Dr. Guillermo Santana, Director del Posgrado en Ingeniería Civil y de la Sra. Ana Cecilia Chacón, secretaria del Programa, así como al cuerpo de profesores, estudiantes y graduados, quienes respondieron con responsabilidad a los cuestionarios y entrevistas.

La evaluación de la Maestría en Ingeniería Civil que ofrece la Universidad de Costa Rica fue aprobada por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 16-99, artículo 4, inciso a), celebrada el 15 de junio, 1999.



José Andrés Masís Bermúdez
Director de OPES

**EVALUACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
1991-1997**

ÍNDICE DE TEXTO

	<u>PÁGINA</u>
1. Introducción	1
2. La evaluación	2
3. Discusión de resultados	4
3.1. Justificación del programa	4
3.2. Objetivos del programa	5
3.3. Descripción del profesional propuesto	6
3.4. Características del programa	6
3.4.1. Plan de estudios	6
3.4.2. Admisión, matrícula, deserción y graduados	11
3.4.3. Los estudiantes del programa	16
3.4.4. El personal docente	17
3.5. La investigación en el programa	20
3.6. La administración del programa	23
3.7. Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento	24
4. Resumen de conclusiones y recomendaciones	26
4.1. Conclusiones	26
4.1.1. Objeto y función del programa	26
4.1.2. La docencia y su estructuración en el programa	27
4.1.3. Los estudiantes y sus características	27
4.1.4. Los académicos y su contribución al pro- grama	28
4.1.5. La investigación y su papel en el programa	28
4.1.6. La administración y su apoyo al programa	29

	<u>PÁGINA</u>
4.1.7. El financiamiento y su efectividad	29
4.1.8. Impacto del programa en el ámbito nacional	29
4.2. Recomendaciones	30
5. Notas bibliográficas	32

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO N°1:</u>	Maestría en Ingeniería Civil. Condición académica de los estudiantes de las tres primeras promociones, según año de ingreso	13
<u>CUADRO N°2:</u>	Maestría en Ingeniería Civil. Características académicas de los docentes que participaron en la evaluación, I semestre de 1996	18

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO A:</u>	Maestría en Ingeniería Civil. Plan de estudios	33
<u>ANEXO B:</u>	Maestría en Ingeniería Civil. Objetivos, contenidos y bibliografía de los cursos del plan de estudios	36
<u>ANEXO C:</u>	Maestría en Ingeniería Civil. Características académicas del personal docente que ha colaborado con el posgrado entre 1991 y 1997	56

1. Introducción

El Consejo Nacional de Rectores (CONARE), autorizó a la Universidad de Costa Rica (UCR) a ofrecer el programa de Maestría en Ingeniería Civil en la sesión N° 88-33 celebrada el 6 de diciembre de 1988, con base en el estudio realizado por la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)¹, en el que se recomendó:

“Se autorice a la Universidad de Costa Rica para que ofrezca, en la Escuela de Ingeniería Civil, la Maestría en Ingeniería en las áreas siguientes:

*Estructuras
Transportes
Ingeniería Ambiental*

Lo anterior no impide, que en un futuro, se puedan crear nuevas menciones o áreas, siempre que cumplan con los requisitos señalados por el documento de “Metodología” y la financiación correspondiente.

La Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realice una evaluación del programa al cabo del quinto año de funcionamiento del programa cuya autorización se recomienda. A su vez se sugiere que la Universidad de Costa Rica, efectúe evaluaciones internas sistemáticas durante el desarrollo del programa”².

Aunque el programa fue autorizado en diciembre de 1988, no fue hasta marzo de 1991 cuando inició la maestría; para esta primera promoción se ofreció como área de interés la de Estructuras. En 1993 se admitió la segunda promoción, ofreciéndose, además del área Estructuras, la de Geotecnia, que también es parte del Departamento de Estructuras. En 1995 se admitió la tercera promoción y en 1997 la cuarta, en ambas se ofrecieron las dos áreas de interés citadas anteriormente. En 1997 el CONARE autorizó, para este posgrado, una “*maestría en la disciplina*” (*maestría profesional*) en el área de Administración e Ingeniería de la

Construcción, la cual recibió su primera promoción en marzo de 1997. Las áreas de Transporte y de Ingeniería Ambiental no se han ofrecido hasta el momento.

2. La evaluación

Esta evaluación se realiza en cumplimiento del acuerdo de creación de nuevas carreras del CONARE y el de apertura de la maestría. Su objetivo es proveer de información al CONARE y a los órganos vinculados con la autorización y desarrollo del programa para la toma de decisiones correspondientes. Al mismo tiempo, constituye una evaluación formativa que retroalimenta la labor del programa al hacer partícipe de ella a los académicos y estudiantes, así como a las entidades internas de la Universidad de Costa Rica que se relacionan con este posgrado.

Los datos utilizados para realizar este estudio fueron recolectados en tres ámbitos:

- Administrativo académico: por medio de documentos escritos y a través de cuatro entrevistas con el Director del Programa y una con el Director del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la UCR (LANAMME). De esta forma se conoció mejor la fundamentación del programa; su funcionamiento administrativo-académico; su interrelación con las unidades académicas que le dan apoyo; las facilidades de recursos humanos; el financiamiento; infraestructura para la investigación, los criterios de admisión de nuevos estudiantes; los requisitos de graduación; la dedicación, permanencia y rendimiento de los estudiantes en el programa.

- Académico: a través de dos instrumentos dirigidos a los profesores del programa. Con el primero se caracterizó al docente que ha laborado en la maestría, de acuerdo con su formación académica y su labor profesional; experiencia docente; experiencia reciente en investigación; producción intelectual; situación laboral y distribución de la carga académica. El segundo recoge la opinión de los docentes respecto al plan de estudios; incidencia de la investigación; nivel académico de la maestría; procedimientos de admisión; organización administrativa; recursos con que se cuenta; logros y limitaciones del programa. En la evaluación participaron once de los quince docentes que han colaborado regularmente³ con la maestría; los cuatro que no participaron manifestaron que conocen poco del desarrollo del programa porque no han impartido cursos o porque son de la modalidad en Administración e Ingeniería de la Construcción.
- Estudiantil: a través de un instrumento dirigido a estudiantes actuales, graduados y retirados de la maestría. Dicho instrumento consta de dos partes: la primera permite caracterizar a la población estudiantil de acuerdo con su formación y experiencia académico-profesional, condición laboral y algunas variables sociodemográficas. La segunda recoge la opinión de los estudiantes con respecto a requisitos de ingreso y de graduación; nivel académico de los cursos de la maestría; calidad de la docencia; el papel de la investigación; incidencia de la maestría en el nivel profesional de los estudiantes; logros y limitaciones del programa. En la evaluación participaron catorce de los veintitrés estudiantes admitidos en las tres primeras promociones. Los estudiantes de la cuarta promoción, así como los estudiantes de la primera promoción en Construcción, no

participaron porque al momento de recoger la información para esta evaluación, estaban iniciando sus estudios.

De acuerdo con las normas del CONARE y con las características propias del programa, éste se analizó dentro del marco siguiente:

- Objeto y función del programa
- La docencia y su estructuración en el programa
- Los académicos y su contribución al programa
- Los estudiantes y sus características
- La investigación y su papel en el programa
- El financiamiento y su efectividad
- Impacto del programa en el ámbito nacional.

3. Discusión de resultados

3.1. Justificación del programa

En 1996, para la apertura de la modalidad profesional, el Posgrado en Ingeniería Civil actualizó la justificación presentada al CONARE en 1990. En la nueva versión se señala que:

“La Ingeniería Civil en los países en desarrollo está llamada a cumplir una serie de metas muy importantes. En el campo de la generación y preservación de infraestructura es innegable el papel director que tradicionalmente ha jugado esta disciplina. El desarrollo de Centroamérica dentro de una comunidad mundial cada vez más integrada en un sistema global interdependiente nos ha obligado a enfrentar crisis de diversas índoles. La obligación irrevocable de enfrentar la realidad de recursos naturales decrecientes está forzando a los ingenieros a utilizar en forma más eficiente los materiales disponibles.”

Por otro lado, también nos vemos enfrentados a problemas relacionados con el crecimiento de los centros urbanos, así como también el de los centros industriales. El congestionamiento del tránsito, la contaminación ambiental y el impacto de los desastres naturales son solo algunos de los tantos problemas que actualmente trata de resolver la Ingeniería Civil en estrecha colaboración con otras disciplinas pertinentes.

Para atender estas necesidades, en el año 1990, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica tomó la iniciativa de crear un Programa de Maestría que tuviera por objeto el mejoramiento de la base de conocimientos de sus graduados. Ahora, después de tres promociones, se inicia una nueva fase con la inauguración de un moderno laboratorio de pruebas estructurales y geotécnicas sin igual en Centroamérica y con la consolidación de un cuerpo de profesores con los más altos grados académicos.

Acorde con esta nueva realidad, se plantean la regionalización del programa, la inclusión de la modalidad de maestría profesional a la par de la maestría académica que venía ofreciéndose y la apertura de una nueva área de énfasis en Ingeniería de la Construcción^A.

En opinión de docentes y estudiantes la Maestría en Ingeniería Civil ha venido a suplir un vacío, existente por muchos años, para aquellos estudiantes que por diversas razones no podían salir del país a especializarse. Asimismo, ha permitido contar con profesionales altamente capacitados para enfrentar problemas especializados en el campo de la Ingeniería Civil.

3.2. Objetivos del programa

La Maestría en Ingeniería Civil se propone el siguiente objetivo:

“El objetivo del programa es proporcionar al estudiante conocimientos avanzados en una área de la Ingeniería Civil, mediante el desarrollo de un tema de investigación y la aprobación de un conjunto complementario de cursos de índole general dentro de la Ingeniería Civil. De esta manera se dará al profesional una visión de conjunto o sistémica de la problemática global de los proyectos ingenieriles. Se espera que dicho profesional obtenga los elementos para poder mejorar la calidad de la Ingeniería Civil, en todas sus manifestaciones, a través

de constituirse en un líder dentro de su equipo de trabajo o bien en un profesor universitario con conocimientos avanzados⁶.

El programa no cuenta con objetivos específicos que orienten las distintas áreas de interés que ofrece, (solamente para la modalidad en Administración de la Construcción se tienen definidos los objetivos generales y los específicos); por lo que sería deseable que, en un futuro cercano, los docentes del programa puedan contar con ellos.

3.3. Descripción del profesional propuesto

La descripción del profesional que se desea formar es muy limitada, al respecto, en la solicitud de creación solamente se indica:

*“Obtendrá capacidad para desarrollar funciones de investigación dentro de la práctica profesional de la ingeniería civil.
Tendrá los elementos para poder manejar proyectos de ingeniería de mediana magnitud e integrados⁶.”*

En los últimos años se ha especificado en el CONARE que el perfil profesional del graduado debe describir los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que el graduado deberá adquirir a través del programa, así como las funciones que será capaz de desempeñar en su área de estudios. Por ello sería conveniente que tal detalle se pueda elaborar tanto para *la maestría en ciencias* como para *la maestría en la disciplina* que se ofrecerá próximamente.

3.4. Características del programa

3.4.1. Plan de estudios

La maestría en Ingeniería Civil fue autorizada por el CONARE en 1988, antes de que se hiciera la Modificación al Convenio para crear una

de constituirse en un líder dentro de su equipo de trabajo o bien en un profesor universitario con conocimientos avanzados⁶.

El programa no cuenta con objetivos específicos que orienten las distintas áreas de interés que ofrece, (solamente para la modalidad en Administración de la Construcción se tienen definidos los objetivos generales y los específicos); por lo que sería deseable que, en un futuro cercano, los docentes del programa puedan contar con ellos.

3.3. Descripción del profesional propuesto

La descripción del profesional que se desea formar es muy limitada, al respecto, en la solicitud de creación solamente se indica:

*“Obtendrá capacidad para desarrollar funciones de investigación dentro de la práctica profesional de la ingeniería civil.
Tendrá los elementos para poder manejar proyectos de ingeniería de mediana magnitud e integrados⁶.”*

En los últimos años se ha especificado en el CONARE que el perfil profesional del graduado debe describir los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que el graduado deberá adquirir a través del programa, así como las funciones que será capaz de desempeñar en su área de estudios. Por ello sería conveniente que tal detalle se pueda elaborar tanto para *la maestría en ciencias* como para *la maestría en la disciplina* que se ofrecerá próximamente.

3.4. Características del programa

3.4.1. Plan de estudios

La maestría en Ingeniería Civil fue autorizada por el CONARE en 1988, antes de que se hiciera la Modificación al Convenio para crear una

Nomenclatura de Grados y Títulos en la Educación Superior, aprobada en 1991; es por ello que la estructura de su plan de estudios presenta algunas diferencias con las características de una *“maestría en ciencias”*, a la cual corresponde de acuerdo con la actual nomenclatura.

En el plan vigente, la duración es de cuatro semestres, durante el primer semestre el estudiante debe llevar dos materias generales y dos del área específica que ha escogido (ver Anexo A); en el segundo semestre lleva una general y tres específicas; en el tercer semestre lleva una general y una específica, pudiendo matricular otra específica si lo autoriza el profesor consejero; en el cuarto semestre no lleva cursos. Además, en el tercer semestre deberá empezar su proyecto de tesis y terminarlo en el cuarto semestre. También durante cada uno de los cuatro semestres el estudiante deberá llevar un seminario y elaborar una presentación o conferencia sobre los temas tratados en el seminario.

En el Anexo B se incluye el objetivo general y los objetivos específicos de cada curso, así como una descripción sintética de sus contenidos y la bibliografía.

En opinión del Director del programa, con esta organización, los estudiantes tienen la posibilidad de construir un plan de estudios que pueda reflejar intereses particulares en áreas de énfasis afines.

Se preguntó a docentes y estudiantes su opinión sobre varios aspectos del desarrollo del plan de estudios, a continuación se resumen sus opiniones:

- La mayoría de los docentes manifestó que el plan de estudios responde a las necesidades del país en el área de la Ingeniería Civil.

- La mayoría de los docentes considera que en el plan de estudios existe flexibilidad en cuanto a la escogencia de: los temas de estudio dentro de los cursos, los cursos específicos u optativos y los temas para los proyectos de investigación. Contrariamente, la mayoría de los estudiantes manifestó que no existe flexibilidad en ninguno de los aspectos anteriores. Entre las razones que expresan los estudiantes para justificar su opinión se citan:
 - * En la mayoría de los cursos la temática está preestablecida.
 - * Al solicitar ingreso se delimitan los temas de estudios.
 - * Al ser un solo bloque de cursos, no se pueden explorar dentro del plan nuevas alternativas.
 - * El plan es muy rígido y no permite la escogencia de cursos opcionales.
 - * No todos los profesores pueden apoyar temas de investigación.
 - * Existe poca disposición de los profesores para apoyar la selección de temas de investigación.

- Los métodos y técnicas didácticas que utilizan los docentes con más frecuencia para impartir sus enseñanzas en esta Maestría son, en opinión de la mayoría de los docentes y estudiantes, las clases magistrales, el desarrollo de temas teóricos y la discusión de investigaciones recientes. La mayoría de ambos grupos considera que en general que estos métodos y técnicas didácticas son buenos. Sin embargo, las razones con las que docentes y estudiantes justificaron su opinión evidencian problemas en su utilización, tal como se puede observar en las siguientes citas:

Docentes

- * Faltan recursos para impartir más conceptos prácticos a través de modelos, experiencias de laboratorio y de campo.

- * En general los métodos aplicados son los normalmente usados, tal vez faltaría relacionarlos con aplicaciones específicas de algunos conceptos teóricos.
- * Hace falta un poco más de prácticas de laboratorio que complementen los temas teóricos.
- * Se debe enfatizar en la necesaria relación entre los postulados teóricos y los casos prácticos.

Estudiantes

- * Ayudan a fortalecer conceptos, sin embargo, siento que hace falta la discusión sobre temas nuevos e investigaciones recientes.
 - * Son aceptables en el tanto que el estudiante sea capaz de desarrollar investigación por sí mismo.
 - * Falta incluir con mayor empeño el desarrollo de proyectos de investigación.
- En opinión de la mayoría de los docentes y estudiantes, el nivel académico de los cursos del programa, en relación con el grado de Maestría que se otorga es, bueno o muy bueno. Sin embargo, al razonar sus respuestas se presentan grandes diferencias de opinión entre ambos grupos, tal como se evidencia en las siguientes citas:

Docentes

- * La materia que se imparte es muy similar a la de los cursos de posgrados de programas reconocidos a nivel mundial.
- * El nivel académico en cuanto al contenido programático es el utilizado en las universidades norteamericanas de prestigio. El problema es el desarrollo real de los cursos, pues depende del grado de compromiso de los estudiantes y no todos son de tiempo completo.
- * Son de nivel superior en cuanto a exigencia académica en comparación con los de licenciatura que ofrece la escuela.

Estudiantes

- * Los profesores del programa poseen un alto conocimiento y gran cantidad de información, por lo que los cursos tienen un nivel académico muy alto.
- * No se puede generalizar, todo depende del grado de compromiso que el profesor asuma y la dedicación que le quiera dar.
- * Hay cursos con un nivel de exigencia muy alto, hay otros en que no se enseña tanto como se desea y algunos cursos que son realmente innecesarios.

- * En algunos cursos el nivel académico depende de la preparación y conocimientos del profesor y no siempre este aspecto fue óptimo.
 - * Los cursos deben ser impartidos por profesionales distinguidos en el área específica de cada curso, y no utilizar profesores emergentes con poca o ninguna experiencia.
 - * No se cuenta con equipo de cómputo, de laboratorio y de campo para realizar trabajos asociados a la maestría.
- La mayoría de los docentes opina que la evaluación de los cursos en relación con los objetivos de la maestría es exigente, entendida esta como adecuada. Por su parte, la mayoría de los estudiantes considera que es demasiado exigente. Al justificar su opinión los estudiantes expresan que:
 - * Pienso que en algunos cursos se exige mucho más de lo que el profesor está dispuesto a dar, así como para la elaboración y defensa de los proyectos de investigación.
 - * Considerando el título que se alcanza, la cantidad de cursos y sobre todo el nivel del proyecto de graduación que se solicita, es demasiado alto.
 - * Las evaluaciones, los proyectos y los trabajos propuestos son extensos y exigen gran dedicación.
 - * Creo que fue exigente porque el estudiante tenía que ocupar mucho tiempo de estudio para prácticas y a veces cubrir personalmente materia no vista en clase.
 - * La gran dificultad de este programa han sido los proyectos de graduación y se debe en parte al alto nivel de exigencia que se solicita.
 - Con respecto a los cambios que podrían mejorar el plan de estudios, la mayoría de los docentes considera que es necesario que se ofrezcan más cursos prácticos y que se modifique el actual plan de estudios para ofrecer una maestría profesional. La mayoría de los estudiantes comparte la opinión de los docentes, pero además señalan que se deben ofrecer más cursos opcionales actualizados y prácticos, así como dar mayor énfasis a la investigación. Algunas de las opiniones expresadas se citan a continuación:

Docentes

- * El nivel en matemática no siempre es adecuado para los cursos más teóricos. En la maestría profesional esto no sería necesario.
- * El tipo de profesional especializado en Ingeniería Civil que necesita el país debe ser práctico, entrenado para resolver problemas con los recursos disponibles en nuestro medio.
- * El plan de estudios vigente debe modificarse para que permita también la creación de una maestría profesional.

Estudiantes

- * En una sociedad como la nuestra, enfatizar en el uso y estudio de técnicas, para su aplicación práctica es más valioso que una teoría e investigación muy profunda que no es aplicable en nuestro medio.
 - * Es importante, dentro de una misma especialidad escogida, tener acceso a cursos optativos en función del interés del estudiante y no de la cátedra.
 - * Algunos cursos deberían replantearse según el grado de avance del conocimiento.
 - * El problema actual es la graduación de alumnos por tal motivo me parece conveniente llevar un curso de investigación, paralelo al plan, por el tiempo de duración de la maestría, donde al terminar el plan se presente el proyecto.
 - * Creo que el equilibrio entre la teoría y práctica es conveniente, pero se deberían dar más bases para que el estudiante aprenda a investigar.
- Nueve de los catorce estudiantes que participaron en la evaluación consideran que la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil es sustancialmente diferente a la Maestría en Ingeniería Civil, sobre todo por su nivel de exigencia y su énfasis en temas específicos que fueron tratados con menos rigurosidad en el grado. El resto de los estudiantes señaló que la maestría es parecida a la licenciatura.

3.4.2. Admisión, matrícula, deserción y graduados

De acuerdo con la información suministrada por el Director de la Maestría, en el programa se han admitido, entre 1991 y 1997, 59 estudiantes; de

ellos 36 son estudiantes nuevos que ingresaron en 1997: 18 conforman la primera promoción de la Maestría en Administración e Ingeniería de la Construcción (modalidad profesional) y 18 la cuarta promoción del programa que se ha venido ofreciendo desde 1991. Con respecto a estos 18 estudiantes, el Director del programa manifestó que la mayoría espera trasladarse a la modalidad profesional que la Escuela de Ingeniería Civil planea ofrecer en 1998, en las áreas de Estructuras o Geotecnia.

De los 23 estudiantes matriculados en las tres primeras promociones (ver Cuadro N° 1), se han graduado 3 y retirado 2. Los 18 estudiantes restantes terminaron todos los cursos del plan de estudios, de ellos 6 tienen pendiente solo la presentación de la tesis y 12 deben el examen de candidatura y la tesis.

Requisitos de ingreso

“La admisión de estudiantes al Programa, está regida por los artículos 23, 24, 25, 26, 27 y 28 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica. Además, el Programa de Maestría en Ingeniería Civil ha fijado los siguientes requisitos de admisión:

- Fotocopia de cada uno de los diplomas universitarios obtenidos.
- Una certificación de los expedientes académicos completos de las carreras universitarias (debe incluir todos los cursos matriculados y las notas obtenidas, con la escala de calificaciones).
- Tres cartas de referencia.
- Lista de publicaciones. (Puede adjuntar separatas o copias).
- Carta en la que explique las razones por las cuales desea estudiar en el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y en la que indique las áreas de interés de sus estudios y sus planes profesionales futuros.
- Curriculum vitae.
- Dominio técnico del idioma inglés. El estudiante debe ser capaz de recibir clases en inglés.

CUADRO N°1

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

CONDICIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE LAS TRES PRIMERAS PROMOCIONES, SEGÚN AÑO DE INGRESO

AÑO DE INGRESO	MATRICULADOS	RETIRADOS	GRADUADOS	PENDIENTE TESIS Y EXAMEN DE CANDIDATURA	PENDIENTE SOLO LA TESIS
1991	8	2	2	1	3
1993	8	0	1	5	2
1995	7	0	0	6	1
TOTAL	23	2	3	12	6

FUENTE: Elaborado en la OPES según datos proporcionados por el Director del Programa.

- Promedio ponderado mínimo de ocho (8.0, en escala de 0 a 10) en las calificaciones de los dos últimos años de la carrera de grado
- Una dedicación de al menos ½ tiempo completo al programa⁷.

Todos los docentes consideran que los criterios de admisión utilizados son adecuados. La mayoría de los estudiantes coincidió con los docentes, aunque algunos manifestaron preocupación por la utilización del promedio ponderado mínimo de 8, ya que éste es difícil de obtener en el área de las ingenierías.

La mayoría de los estudiantes manifestó que conocía las características del programa antes de ingresar, pero comentaron que no conocían la dedicación que requería.

Requisitos de permanencia y graduación

Para permanecer como estudiante activo, se debe mantener un promedio ponderado superior a 8,00 cada semestre en forma continua. Los requisitos de graduación consisten en la aprobación de todos los cursos del plan de estudios, incluyendo los de Investigación de Tesis I y II y además defender una Tesis.

Con respecto a los requisitos de graduación, se hicieron varias preguntas a estudiantes y profesores. A continuación se resume la opinión de la mayoría de ambos grupos:

- El grado de dificultad del examen de candidatura es congruente con la formación impartida, pues intenta conciliar los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de programa con el proyecto de tesis.

- La instrumentación académica (métodos, técnicas, instrumentos) que ofrece la maestría para realizar la investigación que requiere la tesis es insuficiente. Algunas de las razones que expresaron ambos grupos al justificar su opinión se citan a continuación:

Docentes

- * Normalmente no se consiguen recursos para adquirir la instrumentación requerida.
- * No existen suficientes recursos para desarrollar los temas de tesis que se requieren aquí, por los laboratorios, modelos etc.
- * Las tesis experimentales en Ingeniería Civil requieren mucho respaldo financiado y en la actualidad no se cuenta con él.
- * Los temas escogidos por los estudiantes en general no son los más adecuados.

Estudiantes

- * Hay limitaciones para investigar en ciertas áreas de especialización por falta de instrumentación adecuada.
 - * La metodología es dada exclusivamente por mi persona.
 - * Aparte de ciertas facilidades para utilizar los laboratorios de materiales y de ingeniería sísmica, desconozco algún otro tipo de instrumentación.
 - * El equipo que existe está en regular estado y además existen problemas para su utilización.
 - * La bibliografía es difícil de conseguir y el instrumental de laboratorio sino lo consigue uno personalmente es difícil avanzar.
 - * El estudiante no tiene medios económicos para pagar un asistente.
 - * No tengo conocimiento de que la maestría haya podido dar algún tipo de ayuda en este aspecto.
- La escogencia del director de la tesis se hace de acuerdo con el interés del profesor por trabajar en el tema.
 - La escogencia del tema de la tesis se relaciona con el trabajo profesional del estudiante. Sin embargo, tanto docentes como estudiantes manifestaron tener problemas porque normalmente las instituciones donde trabajan no brindan ese

apoyo a sus empleados, incluso en muchos casos bloquean y desestimulan al estudiante al hacer la tesis.

- La causa principal que dificulta al estudiante la elaboración de la tesis es, en opinión de los docentes, la poca dedicación del estudiante al trabajo de investigación y en opinión de los estudiantes, la falta de tiempo para realizar el proyecto.

- El nivel académico de las tesis presentadas en este programa es bueno o muy bueno en opinión de diez de los docentes, puesto que:
 - * Se le exige al estudiante trabajar más del tiempo previsto en el programa. Algunos han trabajado hasta 3 ó 4 años en la tesis.
 - * Han cumplido con la rigurosidad académica necesaria y los resultados han sido buenos.
 - * El nivel es comparable al de tesis de maestría en universidades extranjeras reconocidas.
 - * Se exige mucho, quizás demasiado para lo que debiera ser una tesis de maestría.

3.4.3. Los estudiantes del programa

Con base en la información suministrada por los catorce estudiantes que participaron en la evaluación, se puede caracterizar al estudiante del programa de Maestría en Ingeniería Civil como un costarricense (todos), de la provincia de San José (11 estudiantes); de sexo masculino (13 estudiantes); que ingresó a la maestría con una edad inferior a los 30 años (11 estudiantes), para mejorar su nivel académico y profesional (12 estudiantes); es graduado de la UCR (todos), con el grado de licenciatura (todos), en Ingeniería Civil (todos); trabaja mientras estudia (todos) con una jornada laboral de tiempo completo (11

estudiantes), con un nombramiento en propiedad (11 estudiantes) y en un trabajo que tiene bastante relación con su estudio (11 estudiantes); disfruta de beca para estudiar (8 estudiantes), la cual consiste en un permiso de medio tiempo para asistir a lecciones con goce de salario (6 estudiantes); no ha realizado otros estudios de posgrado (13 estudiantes); en los últimos cinco años no ha realizado publicaciones (12 estudiantes), ni presentado ponencias elaboradas por él mismo (10 estudiantes) ni ha desarrollado proyectos de investigación (13 estudiantes).

3.4.4. El personal docente

De acuerdo con la información suministrada por el Director de la Maestría, entre 1991 y 1997, han colaborado con el programa quince docentes; la mayoría de ellos son profesores de la Escuela de Ingeniería Civil con nombramiento en propiedad y dedican al posgrado un cuarto de tiempo completo (TC) para impartir cursos. En el Anexo C se presentan algunas características académicas de estos quince docentes, se incluyen el grado académico más alto que posee, el área de mayor interés en la disciplina que enseña, el número de semestres que ha participado y el tipo de participación que ha tenido; además se indica si el docente participó o no en la evaluación.

En el Cuadro N° 2 se presenta información adicional sobre los once docentes que participaron en la evaluación.

CUADRO Nº 2

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

CARACTERÍSTICAS ACADÉMICAS DE LOS DOCENTES QUE PARTICIPARON EN LA EVALUACIÓN, I SEMESTRE DE 1997.

Profesor	Grado Académico	Es profesor este semestre	Número de semestres de participación	Tipo de nombramiento en el grado ^{1/}	Dedicación al posgrado	Número de investigaciones ^{3/}	Número de publicaciones
1	Doctorado	SI	12	Propiedad	^{2/} ¼ TC	2	3
2	Doctorado	SI	11	Propiedad	¼ TC	-	1
3	Doctorado	SI	12	Propiedad	½ TC	1	1
4	Doctorado	NO	8	Propiedad	¼ TC	-	2
5	Doctorado	NO	11	Emérito	¼ TC	-	7
6	Maestría	SI	10	Propiedad	¼ TC	-	-
7	Maestría	SI	8	Propiedad	¼ TC	-	2
8	Maestría	SI	4	Interino	¼ TC	-	1
9	Maestría	SI	4	Interino	¼ TC	-	-
10	Maestría	SI	2	Interino	¼ TC	-	-
11	Maestría	SI	2	Interino	¼ TC	-	-

^{1/} El posgrado no tiene plazas propias, por lo que la propiedad la tienen en la Escuela de Ingeniería Civil de la UCR.

^{2/} TC = Tiempo Completo

^{3/} Se han tomado en cuenta solamente los proyectos inscritos en los últimos cinco años ante la Vicerrectoría de Investigación de la UCR, en los que el docente participa como investigador principal.

FUENTE: Elaborado en la OPES según datos proporcionados por el Director del Programa.

Se puede observar que la mayoría de los participantes eran profesores de la maestría en el I semestre de 1997 (9 de 11); con una dedicación al posgrado de ¼ de tiempo completo (9 de 11) y que han colaborado con el programa por ocho semestres o más (8 de 11). De acuerdo con la información aportada todos los docentes tienen estudios de posgrado obtenidos en prestigiosas universidades extranjeras, cinco de ellos, además del grado de maestría poseen el grado de doctorado. Sin embargo, por tratarse de una maestría centrada en la investigación llama la atención el escaso número de proyectos que tienen inscritos en la Vicerrectoría de Investigación en los últimos cinco años, así como el número de publicaciones que han realizado en este mismo período.

Se preguntó a docentes y estudiantes su opinión sobre el nivel académico y el desempeño de las labores docentes del personal académico que ha laborado en la maestría. Todos los docentes y la mayoría de los estudiantes (11 de 14) valoraron la preparación académica de los profesores como buena o muy buena. En cuanto al desempeño de las labores docentes, la mayoría de los docentes (10 de 11) lo valoró como bueno o muy bueno; por su parte, los estudiantes lo calificaron de bueno a regular. Entre las razones que aportan los estudiantes para justificar su opinión se citan las siguientes:

- * Existen profesores excelentes en todo aspecto (responsabilidad, conocimientos, entusiasmo, etc.) pero hay otros no tan buenos.
- * No siempre un grado académico alto significa una buena preparación como profesor o como guía de una investigación.
- * Como en todo hay excelentes, buenos y malos, depende del compromiso que cada uno quiera tener.
- * Hay profesores que le ponen mucho interés y esfuerzo a los cursos que imparten, sin embargo, hay otros por los cuales uno pierde interés en el programa.
- * No todos logran transmitir o aportar adecuadamente sus conocimientos.

3.5. La investigación en el programa

Desde su inicio la Maestría en Ingeniería Civil estableció como líneas de investigación a desarrollar por el posgrado las siguientes:

- Características ingenieriles de terremotos costarricenses y centroamericanos:
- Análisis de terremotos costarricenses y centroamericanos.
- Evaluación de la demanda sísmica sobre las estructuras.
- Riesgo sísmico y zonificación sísmica.
- Modelación de estructuras de edificios, métodos de análisis y diseño sísmico:
- Modelación de edificios
- Estudio del comportamiento de edificios frente a terremotos reales.
- Métodos simplificados de análisis.
- Normas de diseño sísmico de edificios de concreto reforzado.
- Vivienda de bajo costo con nuevos materiales.
- Comportamiento y diseño sísmico de mampostería reforzada:
- Comportamiento sísmico de elementos de mampostería reforzada.
- Diseño sísmico de elementos de edificios de mampostería reforzada.
- Readecuación sísmica de edificaciones.
- Códigos de diseño sismo-resistente.
- Métodos numéricos y computacionales avanzados.

Aunque existen estas directrices, el énfasis que se da a la investigación en el programa no es el adecuado, en opinión de nueve de los once docentes. Algunas de las razones con las que justifican su opinión se citan a continuación:

- * No existen los recursos para hacer la investigación. En ingeniería investigación no significa sólo lo bibliográfico, sino desarrollo de modelos experimentales usando técnicas de laboratorio y campo, los cuales no existen.
- * El estudiante no tiene tiempo ni vocación por la investigación, debe ofrecerse una maestría profesional y dejar a una minoría la académica.
- * El problema de la investigación depende del tipo de objetivos de la maestría. En el caso de la Ingeniería Civil lo importante no es la investigación sino el diseño y la ejecución.

En consonancia con los comentarios anteriores a la pregunta sobre la utilidad de la investigación que se realiza en el programa en relación con el desarrollo del

país, la mayoría de docentes y estudiantes señaló la necesidad de enfocar el quehacer de la maestría hacia la investigación práctica.

Con respecto al papel de la investigación en la maestría, se hicieron varias preguntas a docentes y estudiantes. La mayoría coincidió en señalar que:

- La preparación previa que tiene el estudiante en investigación es suficiente para rendir adecuadamente en la maestría, puesto que la Escuela de Ingeniería Civil de la UCR siempre ha exigido a sus estudiantes un nivel de compromiso superior a otras escuelas y por tanto, la preparación previa dada en la licenciatura capacita para lograr un adecuado desempeño en cualquier estudio de posgrado.
- La formación en investigación que adquieren los graduados es buena en opinión de seis de los docentes. El resto de los docentes considera que es regular o deficiente, porque no hay recursos que apoyen el trabajo de investigación.
- La relación que se establece en la maestría, entre las actividades docentes y las de investigación es insuficiente. Algunas de las razones con las que docentes y estudiantes justificaron su opinión son las siguientes:

Docentes

- * Existe un divorcio tácito entre docencia e investigación porque muchos de los docentes no son investigadores, sino más bien profesionales que además imparten clases en la universidad.
- * Se desarrolla investigación a nivel de estudios bibliográficos, en libros, revistas, artículos técnicos que representan el estado del arte. Sin embargo, esto no sucede en cuanto a experiencias de laboratorio y de modelos experimentales.

- * Hace falta que todos los profesores integren tópicos de investigación (los suyos) dentro de las actividades docentes como para que éstos se especialicen en uno o dos cursos de su interés.

Estudiantes

- * No se siente un compromiso firme de algunos profesores para dar seguimiento y proporcionar ayuda y motivación al estudiante.
 - * Solamente algunos cursos tenían dentro de sus objetivos realizar proyectos de investigación.
 - * Las actividades de investigación fueron mínimas.
- Los cursos o seminarios de la Maestría que preparan al estudiante para investigar son insuficientes en opinión de docentes y estudiantes. Ambos grupos coinciden en algunas de las razones con las que justifican su opinión, tal como se evidencia en las siguientes citas:

Docentes

- * El curso existente de seminario se limita a dar conferencias a los estudiantes por parte de profesores invitados que desarrollan temas prácticos.
- * Se deja la investigación formal para unos cuantos cursos como lo son la Investigación I y II, y los otros cursos, a pesar de que piden trabajos y proyectos finales, no hacen explícito el hecho de que éstos no son más que un inicio de trabajos de investigación.

Estudiantes

- * Los cursos más que preparar al estudiante para investigar, exigen al estudiante a investigar.
- * En general los cursos resultan bastante buenos, sin embargo, siento que se debe lograr un nivel de compromiso entre el educando y su profesor, donde el uno se dedique a investigar pero apoyado y realmente dirigido por el profesor o por alguien verdaderamente interesado en el proyecto.
- * Estos cursos o seminarios no nos preparan en técnicas de investigación ni ofrecen metodologías concretas de trabajo.
- * Ninguno de los seminarios que recibí en realidad me ayuda a mejorar las técnicas de investigación.

3.6. La administración del programa

La unidad base de la maestría es la Escuela de Ingeniería Civil, aunque desde 1995 el programa tiene su sede en el LANAMME, pues es aquí donde se imparten las clases y se da el apoyo para la docencia y para el desarrollo experimental. De acuerdo con la opinión del Director del LANAMME la relación entre el laboratorio y el posgrado es voluntaria, pues lo que existe es un acuerdo de la dirección y de sus investigadores para apoyar el programa.

Desde su inicio hasta la fecha, la maestría ha tenido dos directores. El actual fue electo en marzo de 1995 y su nombramiento rige hasta febrero de 1999 y fue su primer director hasta 1992. En cuanto al personal administrativo, hasta marzo de 1997 se contó con el apoyo de una secretaria de $\frac{1}{2}$ tiempo aportada por el SEP. Al ampliarse el programa a tres áreas de énfasis este apoyo fue insuficiente, por lo que a partir de abril de 1997 la Escuela de Ingeniería Civil, con su personal administrativo, asumió en forma integral los diferentes aspectos del programa. En opinión del Director de la maestría este cambio ha mejorado significativamente la organización administrativa.

La Escuela de Ingeniería Civil ha dado, en promedio, un apoyo de 2 tiempos completos (TC) para la docencia y un $\frac{1}{2}$ TC para la Dirección del Programa. Por su parte el SEP ha apoyado con 1 y $\frac{3}{4}$ TC por semestre y 10 horas para el nombramiento de un asistente. Con respecto a este apoyo al programa, la mayoría de los docentes lo valoró como adecuado, aunque señalaron la necesidad de contar con más recursos para que el programa se consolide.

En opinión de ocho de los once docentes, la organización administrativa de la maestría ha sido eficiente. El resto de los docentes la valoró como poco eficiente porque en el pasado no se ha contado con claridad en cuanto a la asignación de responsabilidades y se ha dado ausencia de dirección en algunos períodos.

3.7. Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento

La maestría cuenta con el apoyo de la Escuela de Ingeniería Civil y de la infraestructura del LANAMME en lo que se refiere a aulas, equipo audiovisual y de computo, así como el uso de los laboratorios experimentales y 20 horas asistente con las que se designó a una persona para atender a los estudiantes y profesores del programa.

Con respecto a la planta física, tanto los docentes como los estudiantes manifestaron que se cuenta con lo suficiente. Por el contrario, la mayoría de ambos grupos valoraron como insuficientes los sistemas de información actualizados, la bibliografía, el equipo de cómputo, los materiales y el equipo de los laboratorios. A continuación se presentan algunas de las razones con las que justificaron su opinión:

Docentes

- * Se cuenta con instalaciones de laboratorio amplias y confortables y buenos equipos de cómputo; sin embargo, no hay equipo de laboratorio ni de campo para el nivel de maestría.
- * Normalmente los recursos disponibles por los programas de maestría son ruinosos.
- * Falta bibliografía a nivel de conocimiento de las condiciones del país.

Estudiantes

- * Se ha hecho un gran esfuerzo por modernizar las instalaciones físicas, pero en general, el trabajo práctico y de laboratorio se ve limitado por los procesos

normales de trabajo que se realizan en el LANAMME y disposición de espacios.

- * Hasta la construcción del LANAMME los recursos eran exageradamente limitados.
- * Con la ubicación de la maestría en el LANAMME se cuenta con una buena planta física y equipo de laboratorio, sin embargo, no existe una buena biblioteca ni la disponibilidad para acceso a información actualizada.
- * Falta mucho para contar con una biblioteca a nivel de posgrado . Con respecto al equipo, existen dispositivos que se deben traer del extranjero para realizar los proyectos.
- * Equipo de cómputo y laboratorio no hay mucho y lo poco que hay no lo prestan o está malo.
- * Hay buenos recursos pero falta personal de apoyo (asistentes calificados) y material bibliográfico.
- * La biblioteca es relativamente escasa, sobre todo en revistas especializadas. El laboratorio de geotecnia es pobre.

Con respecto al financiamiento, a partir de este año se cuenta con los recursos provenientes de la Maestría en Administración e Ingeniería de la Construcción; financiada en parte por los estudiantes como complemento a lo que aporta la UCR. Además, la UCR ha apoyado con exoneración de pago de matrícula a algunos de los estudiantes que han sido profesores de la Escuela de Ingeniería Civil y a estudiantes designados por el Régimen de Becas. También, el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados, el Instituto Costarricense de Electricidad y la empresa Productos de Concreto han dado permisos y becas a varios estudiantes.

4. Resumen de conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

4.1.1. Objeto y función del programa

La Maestría en Ingeniería Civil fue creada con el objetivo de *proporcionar al estudiante conocimientos avanzados en una área de la Ingeniería Civil, mediante el desarrollo de un tema de investigación y la aprobación de un conjunto complementario de cursos de índole general dentro de la Ingeniería Civil;* sin embargo, una serie de limitaciones, principalmente de personal docente investigador, equipo para realizar investigación y disponibilidad de tiempo de los estudiantes, le ha impedido un nivel de logro adecuado, valorado por el escaso número de estudiantes que se ha graduado y la insuficiencia en la formación en investigación que tanto estudiantes como profesores han manifestado.

Por otra parte, la maestría ha venido ampliando su oferta académica, sin que se tengan establecidos los objetivos específicos que orienten a estudiantes y docentes hacia las distintas áreas de formación que ofrece, por lo que es necesario que, en un futuro cercano, se cuente con ellos. Además, sería conveniente que en la descripción del futuro profesional se incluyan los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que el graduado deberá adquirir a través del programa, así como las funciones que será capaz de desempeñar en su área de estudios.

4.1.2. La docencia y su estructuración en el programa

De acuerdo con la opinión de docentes y estudiantes, el nivel académico de los cursos de la maestría es bueno o muy bueno. Sin embargo, los estudiantes hicieron varias críticas a la calidad de algunos cursos, así como a la poca flexibilidad del programa para permitir la escogencia de temas de estudio dentro de los cursos y para el trabajo de tesis. Asimismo, los estudiantes señalaron la necesidad de que el programa ofrezca más cursos optativos actualizados y prácticos y que se dé mayor énfasis a la investigación. Por su parte, la mayoría de los docentes considera que se debe desarrollar un programa de maestría profesional, que sea más práctico y adecuado para los estudiantes que deseen actualizar sus conocimientos, pero que no disponen de facilidades ni tiempo para realizar una investigación con la rigurosidad de una tesis.

4.1.3. Los estudiantes y sus características

Con base en la información suministrada por los catorce estudiantes que participaron en la evaluación, se puede caracterizar al estudiante del programa de Maestría en Ingeniería Civil como un costarricense de la provincia de San José; de sexo masculino; que ingresó a la maestría con una edad inferior a los 30 años, para mejorar su nivel académico y profesional. Es graduado de la Universidad de Costa Rica en Ingeniería Civil, con el grado de licenciatura; trabaja, con una jornada laboral de tiempo completo,

con nombramiento en propiedad y en un trabajo que tiene bastante relación con su estudio. En los últimos cinco años no ha realizado publicaciones, ni desarrollado proyectos de investigación, ni presentado ponencias.

4.1.4. Los académicos y su contribución al programa

De acuerdo con la información suministrada por el Director de la Maestría, entre 1991 y 1997 han colaborado con el programa quince docentes; la mayoría de ellos son profesores de la Escuela de Ingeniería Civil con nombramiento en propiedad que dedican al posgrado un cuarto de tiempo completo (TC) para impartir cursos. Todos los docentes tienen estudios de posgrado obtenidos en prestigiosas universidades extranjeras; cinco de ellos, además del grado de maestría, poseen el grado de doctorado. Sin embargo, por tratarse de una maestría centrada en la investigación, llama la atención el escaso número de proyectos que tienen inscritos en la Vicerrectoría de Investigación en los últimos cinco años, y el número de publicaciones que han realizado en este mismo período.

4.1.5. La investigación y su papel en el programa

En opinión de docentes y estudiantes el énfasis que se da en el programa a la investigación no es el que corresponde a una “*maestría en ciencias*”. La falta de infraestructura para realizar investigación, sobre todo en los primeros años del programa, la carencia de un núcleo de profesores investigadores que asesoren los trabajos de tesis y la falta de tiempo de los estudiantes para investigar han llevado al programa a concentrar sus esfuerzos más en la profundización de los conocimientos que en la generación de los mismos.

4.1.6. La administración y su apoyo al programa

La mayoría de los docentes considera que la organización administrativa de la maestría ha sido eficiente, aunque manifestaron que se ha dado ausencia de dirección en algunos períodos. También consideran que el apoyo de la Escuela de Ingeniería Civil ha sido adecuado; sin embargo, la mayoría de los estudiantes señaló diversos problemas que se han dado con la utilización de la infraestructura del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME).

4.1.7. El financiamiento y su efectividad

El apoyo que ha recibido este programa para el desarrollo de la docencia por parte de la Escuela de Ingeniería Civil, del Sistema de Estudios de Posgrado, y a partir de 1995 del LANAMME, le ha permitido ofrecer durante varios años un programa de alto nivel académico. Sin embargo, la efectividad del mismo se ha visto afectada por las limitaciones que se han señalado en esta evaluación.

4.1.8. Impacto del programa en el ámbito nacional

La mayoría de los estudiantes considera que los cursos recibidos en el programa los han capacitado para un mejor ejercicio de su profesión, pero manifiestan insatisfacción por no haber podido concluir el plan de estudios, dado que tienen pendiente su trabajo de graduación.

4.2. Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones de esta evaluación se recomienda a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica que:

- Promueva la búsqueda de fuentes de financiamiento para el Posgrado en Ingeniería Civil, dentro o fuera del país, que permitan ofrecer becas a estudiantes y adquirir equipo, materiales y bibliografía.
- Dadas las limitaciones que tiene en el campo de la investigación y en atención a las expectativas de los estudiantes, las cuales se orientan a profundizar y actualizar conocimientos en su área de estudios y a una relación más estrecha entre el posgrado y la práctica profesional que realizan, evaluar la conveniencia de continuar ofreciendo la maestría en ciencias.
- Si la decisión de la Escuela fuera continuar con esta modalidad, la Comisión de Posgrado de la Maestría en Ingeniería Civil deberá:
 - Ajustar los componentes curriculares del plan de estudios aprobado por el CONARE en 1988 para que coincidan con las características de *la maestría en ciencias* establecidas en la Modificación al Convenio de Nomenclatura de Grados y Títulos de la Educación Superior aprobada en 1991. En esta reestructuración deberá darse especial atención a:

El objetivo general y los objetivos específicos

Concretar la descripción del perfil profesional

El apoyo y tutoría académica en el área de investigación

La vinculación del personal docente con proyectos de investigación, acordes con las líneas de investigación establecidas por el programa y en las que se procure la participación activa del estudiante

La dedicación de al menos el 30% de la carga académica del estudiante a actividades de investigación.

- Asegurar un mínimo de personal docente investigador, que pueda dedicarse al asesoramiento y seguimiento de los proyectos de tesis, con el objetivo de garantizar la graduación de los estudiantes y la permanencia y continuidad de las investigaciones.
- Si la decisión de la Escuela fuera la de ofrecer una *maestría en la disciplina* deberá realizar los trámites correspondientes ante las instancias de la Universidad de Costa Rica y del CONARE.

5. Notas bibliográficas

¹Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la Educación Superior (1988). Dictamen sobre la Propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Civil en la Universidad de Costa Rica. San José: Oficina de Publicaciones de la OPES.

² Ibid. , p. 26.

³ Los especialistas que dictaron conferencias en cada una de las promociones, no fueron tomados en cuenta para efectos de la evaluación, por su limitado contacto con el desarrollo del programa.

⁴ Universidad de Costa Rica. Sistema de Estudios de Posgrado (1997). Programa de Maestría en Ingeniería Civil.

⁵ Ibid.

⁶Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la Educación Superior (1988). Dictamen sobre la Propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Civil en la Universidad de Costa Rica, p. 7.

⁷ Información suministrada por el Coordinador del programa.

ANEXO A

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

PLAN DE ESTUDIOS

ANEXO A

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

PLAN DE ESTUDIOS

NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
I CICLO	17
Elasticidad Aplicada	4
Dinámica de Estructuras	4
Electiva	4
Electiva	4
Seminario de Maestría	1
II CICLO	17
Modelos y Métodos Experimentales	4
Electiva	4
Electiva	4
Electiva	4
Seminario de Maestría	1
III CICLO	17
Tópicos Avanzados en Estructuras de Concreto	4
Electiva	4
Investigación de Tesis I	8
Seminario de Maestría	1
IV CICLO	17
Investigación de Tesis II	16
Seminario de Maestría	1
TOTAL	68

LISTA DE LOS CURSOS ELECTIVOS^{1/}

**Ingeniería Sísmica
Geología Ingenieril
Mecánica de Rocas
Dinámica de Suelos
Represas de Tierra
Materiales Estructurales
Excavaciones Subterráneas
Ingeniería de Cimentaciones
Excavaciones Subterráneas
Mecánica de Suelos Avanzada
Métodos Energéticos en Ingeniería
Análisis y Diseño Inelástico de Estructuras
Empuje de Tierras y Estabilidad de Taludes
Método de Elementos Finitos en Mecánica Estructural**

^{1/} Estos cursos son específicos del área de Estructuras o de Geotecnia, en el I Ciclo el estudiante lleva dos materias generales y dos específicas, en el II Ciclo una general y tres específicas; en el III Ciclo una general y una específica, pudiendo matricular otro curso específico si su profesor consejero se lo autoriza, en el IV Ciclo no lleva cursos.

FUENTE: Elaborado en la OPES según información aportada por el Director del Programa.

ANEXO B

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
OBJETIVOS, CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA DE
LOS CURSOS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

ANEXO B

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL OBJETIVOS, CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA DE LOS CURSOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Nombre del curso: **ELASTICIDAD APLICADA**

Objetivo general:

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

Objetivos específicos:

- Determinación de fuerzas y esfuerzos en sistemas estructurales.
- Considerar las condiciones de equilibrio tridimensional.
- Estudio del estado de esfuerzos en un punto.
- Estudio de las resultantes de esfuerzos en barras.
- Desplazamientos y deformaciones unitarias en sistemas estructurales.
- Condiciones de deformación en cuerpos deformables.
- Deformación de barras.
- Estabilidad estática y elástica.

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 retorcimiento de perfiles
- Teoría de placas

Bibliografía:

- Boresi, A.P. et al. *Advanced Mechanics of Materials*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York. 1978
- Boresi, A.P. & Chong, K.P. *Elasticity in Engineering Mechanics*, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York. 1987
- Chen, W.F. & Han, D.J. *Plasticity for Structural Engineers*, Springer-Verlag New York Inc., New York. 1988
- Fung, Y.C. *Foundations of Solid Mechanics*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1965
- Hill, R. *The Mathematical Theory of Plasticity*, The Oxford Engineering Science Series, Oxford University Press, London. 1985
- Kachanov, L.M. *Fundamentals of the Theory of Plasticity*, MIR Publishers, Moscú. 1974
- Love, A.E.H. *A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity*, Fourth Edition, Dover Publications, Inc., New York. 1944
- Lubliner, J. *Plasticity Theory*, Macmillan Publishing Company, New York. 1990
- Mal, A.K. & Singh, S.J. *Deformation of Elastic Solids*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1991
- Mendelson, A. *Plasticity: Theory and Application*, Robert E. Krieger Publishers Co., Florida. 1983
- Oden, J. T. & Rippeger, E. A. *Mechanics of Elastic Structures*, Second Edition, Hemisphere Publishing Corporation, Washington. 1981
- Shames, I.H. & Cozzarelli, F.A. *Elastic and Inelastic Stress Analysis*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1992
- Sokolnikoff, I.S. *Mathematical Theory of Elasticity*, McGraw-Hill Book Co., New York. 1956
- Timoshenko, S.P. *Theory of Elasticity*, Third Edition, McGraw-Hill Book Co., New York. 1970
- Ugural, A.C. & Fenster, S.K. *Advanced Strength and Applied Elasticity*, Second SI Edition, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York. 1987

Nombre del curso: DINÁMICA DE ESTRUCTURAS

Objetivo general:

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

Objetivos específicos:

- Conocimiento de las características de las cargas dinámicas.
- Respuesta de sistemas estructurales ante cargas dinámicas.

- Métodos numéricos para el análisis dinámico.
- Comportamiento dinámico ante cargas estocásticas.

Contenido temático:

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

Bibliografía:

- Berg, Glen V. *Elements of Structural Dynamics*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1989
- Chopra, Anil K. *Dynamics of Structures*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1995
- Clough, Ray W. & Penzien, Joseph. *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York. 1993
- Humar, J.L. *Dynamics of Structures*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1990.
- Hurty, W. & Rubinstein, M. *Dynamics of Structures*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1964
- Jacobsen, L.S. & Ayre, R.S. *Engineering Vibrations*, McGraw-Hill, New York. 1958
- Meirovitch, L. *Computational Methods in Structural Dynamics*, Sijthoff & Noordhoff, Alphen aan den Rijn, The Netherlands. 1980
- Thomson, W.T. *Theory of Vibration with Applications*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1981
- Timoshenko, S., Young, D.H. & Weaver, W. *Vibration Problems in Engineering*, 4th edition, McGraw-Hill, New York. 1974
- Weaver, W. & Johnston, P.R. *Structural Dynamics by Finite Elements*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1987

Nombre del curso: MATERIALES ESTRUCTURALES

Objetivo general:

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

Objetivos específicos:

- Explicación de los mecanismos de resistencia y durabilidad de materiales tradicionales.
- Introducción a las características físico-mecánicas de materiales no tradicionales.

- Análisis de la interacción material–estructura.

Contenido temático:

- Introducción
- 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

Bibliografía:

- American Concrete Institute. *Materials Journal*, Detroit, Michigan. Artículos Varios.
- Apuntes curso de Materiales Compuestos, Vrije Universitat Bruselas, Bélgica. 1988
- Apuntes curso Advanced Plain Concrete, Cornell University, Ithaca, New York. 1983.
- Felbeck, D.K. *Introduction to Strengthening Mechanisms*, Prentice–Hall, Inc., New Jersey. 1968
- Hayden, H.W., Moffatt, W.G. & Wulff, J. *The Structure and Properties of Materials, Volume 3, Mechanical Behavior*, John Wiley & Sons, New York. 1965

Nombre del curso: INGENIERÍA DE CIMENTACIONES

Objetivo general:

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

Objetivos específicos:

- Fortalecer el conocimiento sobre las teorías avanzadas de capacidad de soporte.
- Analizar las teorías de cálculo de asentamientos.
- Conocer sobre condiciones especiales en cimentaciones profundas.
- Evaluar y aplicar métodos especiales de mejoramiento de suelos.
- Analizar y resolver problemas sobre casos de cimentaciones especiales.

Contenido temático:

- Teoría de capacidad de soporte
- Comportamiento esfuerzo–deformación—resistencia

- Criterios de ruptura. Fluencia de suelos
- Compresibilidad y asentamiento. Soluciones numéricas
- Flujo de agua en medios porosos. Soluciones con diferencias finitas
- Parámetros de presión neutra
- Filtración y redes. Presas de tierra y métodos analógicos

Bibliografía:

- Bowles, Joseph E. *Foundation Analysis and Design*, Fourth Edition, McGraw-Hill, Inc. New York. 1988
- Salas, J. *Geotecnia y Cimientos*, Editorial Rueda. 1980
- Teng, Wayne C. *Foundation design*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1970

Nombre del curso: MECÁNICA DE SUELOS AVANZADA

Objetivo general:

Dominar los conceptos de suelos teórica para su aplicación a problemas ingenieriles.

Objetivos específicos:

- Conocer los conceptos sobre comportamiento mecánico y deformación.
- Formular modelos para análisis de compresibilidad y asentamiento.
- Analizar problemas con trayectoria de esfuerzo y parámetros de presión.
- Evaluar y resolver problemas sobre filtración y drenaje.

Contenido temático:

- Esfuerzos efectivos en suelos saturados y no saturados
- Comportamiento esfuerzo-deformación—resistencia
- Criterios de ruptura. Fluencia de suelos
- Compresibilidad y asentamientos. Soluciones numéricas
- Flujo de agua en medios porosos. Soluciones con diferencias finitas
- Parámetros de presión neutra
- Filtración y redes. Presas de tierra y métodos analógicos

Bibliografía:

- Harr, M.E. *Ground Water Seepage*, Mc Graw-Hill, Book Co., New York. 1980
- Lambe, T.W. & Whitman, R.V. *Soil Mechanics*. 1989
- Scott, R.F. *Principles of Soil Mechanics*. 1970

Nombre del curso: SEMINARIO DE MAESTRÍA

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.

Objetivos específicos:

- Presentar los últimos avances de la ingeniería civil.
- Permitir a los estudiantes y profesores del programa exponer sus proyectos de investigación.

Contenido temático:

Una conferencia mensual sobre temas de diversa índole a convenir con los conferencistas.

Bibliografía:

No hay bibliografía específica

Nombre del curso: MODELOS Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

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 .

Objetivos específicos:

- Generar conocimiento acerca de la construcción, prueba bajo carga y correcta interpretación de los resultados utilizando modelos estructurales a escala reducida.
- Presentar y utilizar técnicas modernas para el análisis experimental de esfuerzos y deformaciones.

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

Bibliografía:

- Afanasiev, A.M. y Marien V.A. *Prácticas de laboratorio sobre resistencia de materiales*, Editorial MIR, Moscú. 1978
- ASTM, *Testing for Prediction of Material Performance in Structures and Components*, STP515, Atlantic City, New Jersey. 1972
- Daily, J.W & Riley, W.F. *Experimental Stress Analysis*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc., New York. 1978
- *Models for Concrete Structure*, ACI Symposium Vol. SP-24
- *Manual on Experimental Stress Analysis*, (SESA pdbl.)
- Sabris, G.M., Harris, H.G., White, R.M. & Mirza, M.S. *Structure Modeling and Experimental Techniques*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1983

Nombre del curso: MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS EN MECÁNICA ESTRUCTURAL

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.

Objetivos específicos:

- Teoría y aplicación de elementos finitos.
- Matrices de rigidez para elementos triangulares, cuadrangulares e isoparamétricos.
- Elementos bidimensionales y tridimensionales.
- Algoritmos de solución.
- Esfuerzo directo y flexión de placas.

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

Bibliografía:

- Bathe, K.J. *Finite Element Procedures in Engineering Analysis*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1982
- Becker, E.B., Carey, G.F., Oden, J.T. *Finite Elements. An Introduction*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1981
- Carey, G.F. & Oden, J.T. *Finite Elements. A Second Course*, Vol II Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1983
- Carey, G.F. & Oden, J.T. *Finite elements. Computational Aspects*, Vol. III, Prentice-Hall Inc., New Jersey. 1984
- Cook, R., Malkus D.S. & Plesha, M.E. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, John Wiley and
- Hughes, T.J.R. *The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1987
- Shames, Irvin H. & Dym, Clive L. *Energy and Finite Element Methods in Structural Mechanics*, Hemisphere Publishing Corporation, Washington. 1985
- Strang, G. & Fix, G.J. *An Analysis of the Finite Element Method*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1973
- Weaver W. & Johnston P.R. *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 1984
- Sons, New York. 1989
- Zienkiewicz, O.C. & Taylor, R.L. *The Finite Element Method. Basic Formulation and Linear Problems*, 4th Edition, Volume 1, McGraw-Hill Book Company, London. 1989

Nombre del curso: INGENIERÍA SÍSMICA

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.

Objetivos específicos:

- Conocer aspectos de sismología relevantes a la ingeniería.
- Analizar los efectos locales del suelo en la demanda sísmica.
- Conocer métodos de obtención y procesamiento de información sísmica.
- Definir espectros de diseño para obras civiles.
- Estudiar potencial destructivo de sismos sobre la infraestructura.

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

Bibliografía:

- Bolt, B. et al. *Geological Hazards*, Springer-Verlag. 1975
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 1986*, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 1987
- Housner G. & Jennings, P. *Earthquake Design Criteria*, EERI, Oakland. 1982
- Hudson, D.E. *Reading and interpreting strong motion accelerograms*, EERI, Oakland. 1979
- Krinitzsky, E.L. et al. *Fundamentals of Earthquake-Resistant Construction*, John Wiley & Sons, Inc., New York. 1993
- Miyamura, S. *Sismicidad de Costa Rica*, Editorial Universidad de Costa Rica, San Pedro. 1980
- Newmark, N.M. & Hall, W.J. *Earthquake Spectra and Design*, EERI, Oakland. 1987
- Newmark, N.M. & Rosenblueth, E. *Fundamentals of Earthquake Engineering*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Okamoto, S. *Introduction to Earthquake Engineering*, University of Tokyo Press, Tokyo. 1973.
- 1971
- Richter, K. *Elementary Seismology*, Freeman. 1958
- Sarria, A. *Ingeniería Sísmica*. Ediciones Uniandes, Bogotá, Colombia. 1990
- Sauter, F. *Introducción a la Ingeniería Sísmica*, Volumen I, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 1990
- Seed, H.B. & Idriss, I.M.. *Ground motions and soil liquefaction during earthquakes*, EERI, Oakland. 1982

Nombre del curso: GEOLOGÍA INGENIERIL

Objetivo general:

Conocer y comprender los conceptos geológicos su aplicación en Geología Estructural.

Objetivos específicos:

- Conocer los principios básicos de la geología física.
- Evaluar y resolver problemas de aplicación de geología estructural.
- Interpretar y evaluar mapas e informes geológicos para su aplicación.
- Preparar programas de exploración geológica-geotécnicas.
- Analizar y evaluar aplicaciones de la geología en obras de ingeniería.

Contenido temático:

- Revisión de conceptos básicos sobre mineralogía y petrografía
- Geología estructural aplicada a la Ingeniería
- Geomorfología y fotogeología aplicada a proyectos de ingeniería
- Geotectónica, riesgo sísmico, mecánica de fallamiento
- Proyección estereográfica y aplicaciones interpretación de mapas geológicos
- Programación de investigación geotécnicas
- Geología aplicada a carreteras, presas, túneles y excavaciones

Bibliografía:

- American Society of Photogrametry. *Manual of Photographic Interpretation*. Editorial Banto. 1975
- Gilluly, J. *Principles of Geology*, Freeman. 1970
- Goodman, R. E., *Engineering Geology*, McGraw-Hill, New York. 1992
- Goodman, R. E., *Introduction to Rock Mechanics*, McGraw-Hill, New York. 1989
- Hamblin, W. D. & Howard, J. D., *Excercises in Physical Geology*. 1992
- Hunt, E. *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. 1984
- Krynine, D. *Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros*, Editorial Omega. 1975
- Mora, S. & Valverde, R., *La Geología y sus procesos*, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 1990

Nombre del curso: MECÁNICA DE ROCAS

Objetivo general:

Curso básico que capacita al estudiante en el conocimiento de la teoría y aplicaciones de la mecánica de rocas en relación con las obras de ingeniería. El objetivo general es conocer y comprender los principios teóricos de la mecánica de rocas y sus aplicaciones

Objetivos específicos:

- Conocer las bases teóricas de la mecánica de rocas relacionada con esfuerzos y deformaciones.
- Evaluar e interpretar las propiedades físicas y mecánicas de la roca intacta y el macizo rocoso fracturado.
- Conocer y aplicar las teorías sobre proyección estereográfica y sus aplicaciones.
- Conocer el flujo de aguas en macizos rocosos.
- Aplicar las teorías de la mecánica de rocas en problemas de cimentaciones y estabilidad de taludes.

Contenido temático:

- Clasificación geotécnica de las rocas y macizos rocosos fracturados
- Propiedades de la roca intacta
- Propiedades mecánicas de las juntas
- Proyección estereográfica y aplicaciones
- Propiedades mecánicas de los macizos rocosos fracturados
- Mecanismos de ruptura en medios fracturados
- Permeabilidad en rocas y flujo de agua en macizos rocosos
- Aplicaciones de la mecánica de rocas en obras de cimentación y en estabilidad de taludes

Bibliografía:

- Franklin, J. *Rock Engineering*, McGraw-Hill Co., New York. 1989
- Goodman, R.E. *Introduction to Rock Mechanics*. John Wiley & Sons, New York. 1989
- Goodman, R.E. *Engineering Geology*. John Wiley & Sons, New York. 1992
- Hoek, E. & Bray, J.W. *Rock Slope Engineering*, Institute of Mining and Metallurgy, New Jersey. 1977
- Hoek, et al, *Support of Underground Excavations in Hard Rock*, A. A. Balkema. 1995
- Jumikis, A. *Rock Mechanics*. Trans Tech Publications. 1983
- Priest, S. *Hemispherical Projection Methods in Rock Mechanics*. 1985
- Stagg, D. & Zienkiewicz, O.C. *Rock Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, New York. 1968
- The Institution of Mining and Metallurgy, *Rock Slope Engineering*. 1977

Nombre del curso: MÉTODOS ENERGÉTICOS EN INGENIERÍA

Objetivo general:

Dominio de los principios de energía en cuanto a su relación y aplicación en el análisis estructural de sistemas físicos.

Objetivos específicos:

- Definición del concepto de trabajo en relación con energía.
- Principio de los desplazamientos virtuales.
- Principio de las fuerzas virtuales.

Contenido temático:

- Principios de energía
- Principios de energía potencial
- Teoremas de energía potencial en el análisis estructural
- Principios de energía complementaria.
- Estabilidad estructural

Bibliografía:

- Langhaar, H.L., *Energy Methods in Applied Mechanics*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1962.
- Oden, J.T. & Ripperger, E.A., *Mechanics of Elastic Structures*, Second Edition, Hemisphere Publishing Corporation, 1981

Nombre del curso: TÓPICOS AVANZADOS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO

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.

Objetivos específicos:

- Establecer las bases teóricas y empíricas de las ecuaciones que predicen el comportamiento de las estructuras de concreto.

- Explicar la importancia que tienen las propiedades del material en la respuesta de elementos y estructuras.
- Formular los conceptos básicos del diseño sismo-resistente.
- Aplicar los códigos de diseño tales como Código Sísmico de Costa Rica y la Norma del *American Concrete Institute*.

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 pre-esforzado

Bibliografía:

- American Concrete Institute. *Reinforced Concrete Structures in Seismic Zones*, SP-53. 1977
- American Concrete Institute. *Earthquake Effects on Reinforced Concrete Structures*, US-Japan Research, SP-84. 1985
- American Concrete Institute. *Design of Concrete Buildings for Wind and Earthquake Forces*, SCM-7 (85). 1985
- American Concrete Institute. *Concrete design: U.S. and European Practices*, SP-59. 1979
- American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI-318-89) and Commentary (ACI 318e-89)*. 1989
- American Concrete Institute. *ACI Structural Journal*. Publicación Bimensual. Artículos Varios.
- American Society of Civil Engineers. *Journal of Structural Engineering*. Publicación Mensual. Artículos Varios.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 1986*, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 1987
- Ferguson, P.M., Breen, J.E. & Jirsa, J.O. *Reinforced Concrete Fundamentals*, Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York. 1988
- Nawy, E.G. *Reinforced Concrete*, Second Edition. 1990
- Nilson, A.H. & Winter, G. *Design of Concrete Structures*, Tenth Edition. 1986
- Park, R. & Paulay, T. *Reinforced Concrete Structures*, First Edition. 1975
- Portland Cement Association. *Notes on ACI-318-89 with Design Applications*. 1990

Nombre del curso: ANÁLISIS Y DISEÑO INELÁSTICO DE ESTRUCTURAS

Objetivo general:

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

Objetivos específicos:

- Principios fundamentales
- Predicción de la demanda energética.
- Estimación de la oferta de energía de los elementos estructurales.

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

Bibliografía:

- Akiyama, H. *Earthquake-Resistant Limit-State Design for Buildings*, University of Tokyo Press, Tokyo. 1985
- Housner, G.W. *Limit Design of Structures to Resist Earthquakes*, Proc. of 1WCEE. 1956
- Housner, G.W. *Behavior of Structures During Earthquakes*, ASCE, EM4, Oct. 1959
- Krawinkler, H. & Fajfar, P., Eds. *Nonlinear Seismic Analysis and Design of Reinforced Concrete Buildings*, Elsevier Science Publishers Ltd., London. 1992
- Naeim, F. *The Seismic Design Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York. 1989
- Park, R. & Paulay, T. *Reinforced Concrete Structures*, Wiley-Interscience Publication, New York. 1975.
- Uang, C.-M., & Bertero, V.V. *Use of Energy as a Design Criterion in Earthquake-Resistant Design*, Report No. UCB/EERC-88/18 November, 1988, Earthquake Engineering Research Center, Univ. of California, Berkeley.
- Veletsos, A. & Newmark, N.M. *Effect of Inelastic Behavior on Response of Simple Systems to Earthquake Motions*, Proc. 2WCEE. 1960

Nombre del curso: DINÁMICA DE SUELOS

Objetivo general:

Dar a los profesionales los conocimientos de la dinámica de suelos.

Objetivos específicos:

- Conocer la teoría de vibraciones.
- Conocer principios de propagación de ondas.
- Estudio de las propiedades de suelos y rocas cargados dinámicamente.
- Proyecto de cimentaciones para máquinas.
- Estudios teóricos y experimentales de respuestas de comportamiento de construcciones sometidas a terremoto.

Contenido temático:

- Teoría de la vibración de sistemas elementales
- Teoría de propagación de ondas en medios elásticos
- Comportamiento de suelos cargados dinámicamente
- Vibración de máquinas
- Terremotos

Bibliografía:

- Biggs. *Structural Dynamics*
- Bolt, B.A. *Earthquakes*, W.H. Freeman & Co., New York. 1993
- Chopra, A.K. *Dynamics of Structures*, Earthquake Engineering Research Institute (EERI)
- Lambe & Whitman. *Dynamic Loading of Soils*
- Newmark, N. & Hall, W.J. *Earthquake Spectra and Design*, EERI.
- Richart, Hall and Woods. *Vibration of Soils and Foundations*
- Richter, C.F. *Elementary seismology*, W.H. Freeman & Co., New York. 1958
- Seed, H. & Idriss, I.M. *Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes*, EERI
- Thompson, W.T. *Theory of Vibration and Applications* Prentice-Hall, Inc. 1981

Nombre del curso: EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

Objetivo general:

Curso complementario de aplicación de la Mecánica de Rocas, fundamental en la preparación de un Ingeniero Geotecnista. El objetivo general es conocer y aplicar los conocimientos de la mecánica de rocas y la elasticidad en el diseño y construcción de obras subterráneas y en excavaciones superficiales.

Objetivos específicos:

- Complementar los conocimientos de elasticidad en mecánica de rocas aplicada a obras subterráneas.
- Complementar los conocimientos de geología estructural aplicada a obras subterráneas.
- Aplicar los conocimientos adquiridos al planeamiento y diseño de obras subterráneas y excavaciones superficiales.
- Conocer e interpretar los métodos de instrumentación en obras subterráneas y excavaciones superficiales.
- Conocer y analizar los métodos de estabilización de excavaciones subterráneas y superficiales.

Contenido temático:

- Revisión general de conceptos de elasticidad, mecánica de rocas y geología estructural
- Análisis de capas actuantes en obras subterráneas
- Métodos para evaluar carga pro y sistemas de soporte
- Análisis de estabilidad de cortes
- Procedimiento de excavación de obras subterráneas y superficiales
- Tratamiento de rocas y estabilización de excavaciones
- Control mediante instrumentación

Bibliografía:

- Biennawski. *Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling.*
- Biron, C. & Ariouglu, E. *Diseño de Ademes.*
- Hoek, E. *Excavaciones Subterráneas*
- Hoek, E. & Bray, J. *Rock Slope Engineering.*
- Jaegen, C. *Rock Mechanics and Engineering.*
- Jiménez Salas. *Geoteria y Cimientos III.*
- Obert & Duvall. *Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock.*
- Szechy. *The art of Tunneling.*

Nombre del curso: INVESTIGACIÓN DE TESIS I

Justificación de la propuesta:

El estudiante debe: a- Proponer un tema de tesis, b- Recopilar la bibliografía, c- Definir los métodos de trabajo, d- Formular el proyecto de tesis y e- Obtención de los datos necesarios para la tesis.

Nombre del curso: EMPUJE DE TIERRAS Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Objetivo general:

Curso avanzado que profundiza en las teorías y aplicaciones del empuje de suelos, lo mismo que sobre la estabilidad de taludes, aspectos básicos para el diseño de obras de contención así como para diseño de cortes y terraplenes. El Objetivo general es conocer y comprender en detalle las bases teóricas del empuje de tierras y estabilidad de taludes, así como sus aplicaciones a problemas de ingeniería

Objetivos específicos:

- Resolver por diferentes métodos de cálculo los problemas relacionados con empuje de tierras y estabilidad de taludes
- Interpretar y evaluar las condiciones y geotécnicas del campo y laboratorio para aplicar los métodos de cálculo mas apropiados
- Resolver los casos de empujes y estabilidad considerando los efectos sísmicos
- Evaluar y considerar el efecto de los suelos parcialmente saturados en la estabilidad de los taludes

Contenido temático:

- Métodos de estabilidad basados en análisis de deformación
- Métodos de estabilidad basados en equilibrio límite
- Ensayos de laboratorio y campo
- Parámetros de resistencia en suelos saturados y no saturados
- Efectos sísmicos
- Técnicas de estabilización de taludes
- Teorías sobre empuje de tierras
- Tipos y usos de obras de retención
- Instrumentación de taludes y obras de retención
- Historia de casos

Bibliografía:

- Huang, Y. *Stability Analysis of Earth Slopes*, Van Nostrand. New York. 1982
- Salas, J. *Geotécnia y Cimientos*, Editorial Rueda. 1980
- Whitney, C. *Earth Pressures and Retaining Walls*. John Wiley & Sons. New York. 1977

Nombre del curso: REPRESAS DE TIERRA

Objetivo general:

Este curso es necesario para preparar al Ingeniero Geotecnista en el diseño de obras de tierra. Es la culminación de la aplicación de los conocimientos avanzados en mecánica de suelos e ingeniería sísmica. El objetivo general es capacitar a los estudiantes en el diseño, instrumentación y control de obras de tierra.

Objetivos específicos:

- Completar los conocimientos de la Mecánica de Suelos y de Rocas aplicadas a las tierras.
- Revisar los conceptos de ingeniería sísmica aplicada a la tierra.
- Conceptualizar y diseñar obras de tierra y enrocamiento.
- Conocer acerca de aspectos de construcción de obras de tierra y enrocamiento.
- Conocer e implementar el control e instrumentación en obras de tierra.

Contenido temático:

- Aspectos geotécnicos para la conceptualización y diseño de obras de tierra
- Flujo de aguas. Revisión de conceptos y análisis
- Suelos, enrocamiento y rocas
- Esfuerzos y deformaciones
- Aspectos sísmicos
- Construcción de presas de tierra y enrocamiento (análisis de casos)
- Control, instrumentación y comportamiento de presas de tierra y enrocamiento

Bibliografía:

- Bureau of Reclamation. Department of the Interior. *Earth Manual. A Water Resources Technical Publication*, Second Edition, Washington, D.C. 1974
- Bureau of Reclamation. Department of the Interior. *Diseño de Presas Pequeñas*, C.E.C.S.A. 3^{ra} Edición, 1966.

- Cedergren, H. *Seepage, Drainage and Flow Nets*, John Wiley and Sons, Inc., New York. 1967
- Fell, R. et al, *Geotechnical Engineering of Embankment Dams*, A.A. Balkema. 1992
- Goodman, R. E. *Rock Mechanics*, McGraw-Hill, New York. 1989
- Goodman, R. E. *Engineering Geology*, McGraw-Hill, New York. 1992
- Hirschfeld, R. & Poulos, S. *Embankment Dam Engineering. Casagrande Volume*, John Wiley & Sons, Inc., New York. 1973.
- Marsal, R., *Presas Pequeñas. Notas sobre Diseño y Construcción*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México. 1974
- Marsal, R., Moreno, E., Núñez, A., Cuellar, R. y Moreno, R. *Investigación sobre el Comportamiento de Suelos Granulares y Muestras de Enrocamiento*, Comisión Federal de Electricidad, México. 1965
- Marsal, R. y Resendiz, D. *Presas de Tierra y Enrocamiento*, LIMUSA, México. 1975
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. *Comportamiento de Presas Construidas en México*, Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Ingeniería, UNAM. México. 1976
- Sherad, J.L., Woodward, R.J., Gizienski, S.F. & Clevenger, W.A. *Earth-Rock Dams. Engineering Problems of Design and Construction*, John Wiley and Sons, Inc., New York. 1963

Nombre del curso: INVESTIGACIÓN DE TESIS II

Justificación de la propuesta:

El estudiante deberá demostrar en este período un notable avance en su trabajo de investigación y adquirir los datos más relevantes para concluir su tesis.

ANEXO C

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

**CARACTERÍSTICAS ACADÉMICAS DEL PERSONAL DOCENTE
QUE HA COLABORADO CON EL POSGRADO ENTRE 1991 Y 1997**

ANEXO C

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

CARACTERÍSTICAS ACADÉMICAS DEL PERSONAL DOCENTE QUE HA COLABORADO CON EL POSGRADO ENTRE 1991 Y 1997.

Profesor	Participó en la evaluación	Grado Académico	Área de mayor interés en la disciplina	Número de semestres de participación	Tipo de participación en la maestría
1	SI	Doctorado	Estructuras Ingeniería Sísmica	12	Profesor de curso Lector de tesis Director de tesis Director del programa Miembro del tribunal de tesis Miembro del Consejo del Programa
2	SI	Doctorado	Ingeniería Estructural y Sismo Resistente	11	Profesor de curso Lector de tesis Director de tesis Miembro del tribunal de tesis Miembro de una comisión de trabajo Miembro del Consejo del Programa
3	SI	Doctorado	Ingeniería Estructural	12	Profesor de curso Lector de tesis Director de tesis Miembro del tribunal de tesis Miembro del Consejo del Programa
4	SI	Doctorado	Ingeniería Estructural y Sismo Resistente	8	Profesor de curso Director de tesis Miembro del Consejo del Programa
5	SI	Doctorado	Estructuras Mec. Teórica	11	Profesor de curso Director de tesis Miembro del Consejo del Programa

Profesor	Participó en la evaluación	Grado Académico	Área de mayor interés en la disciplina	Número de semestres de participación	Tipo de participación en la maestría
6	SI	Maestría	Ingeniería Estructural	10	Profesor de curso Lector de tesis Miembro del tribunal de tesis Miembro del Consejo del Programa
7	SI	Maestría	Geotecnia	8	Profesor de curso Lector de tesis Director de tesis Miembro del tribunal de tesis Miembro de una comisión de trabajo Miembro del Consejo del Programa
8	SI	Maestría	Geotecnia	4	Profesor de curso Miembro del tribunal de tesis Miembro de una comisión de trabajo
9	SI	Maestría	Geotecnia	4	Profesor de curso Director de tesis Miembro del tribunal de tesis
10	SI	Maestría	Construcción	2	Profesor de curso Miembro del tribunal de tesis
11	SI	Maestría	Administración de la Construcción	2	Miembro del Consejo del Programa
12	NO	Doctorado	Hidrología Desarrollo Sostenible	-	Miembro del Consejo del Programa
13	NO	Doctorado	Planificación Urbana Ambiental	-	Miembro del Consejo del Programa
14	NO	Maestría	Gerencia de la Construcción.	2	Profesor de curso
15	NO	Maestría	Planificación Urbana	-	Miembro del Consejo del Programa

FUENTE: Elaborado en la OPES según datos proporcionados por el Director del Programa.