

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación para la Educación Superior

DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

OPES-30/2011



M.Sc. Alexander Cox Alvarado
División Académica



CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAestrÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

OPES-30/2011



M.Sc. Alexander Cox Alvarado
División Académica

Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de Educación Superior
OPES 30/2011 Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería
Geotécnica de la Universidad de Costa Rica / CONARE. -- San José C.R. :
Académica. 2011.
35 p. ; 28 cm.

1. INGENIERIA GEOTECNICA 2. PERFIL ACADEMICO PROFESIONAL
3. PLAN DE ESTUDIOS. 4. PROGRAMA DE LOS CURSOS. 5. GRADO
ACADEMICO. 6.

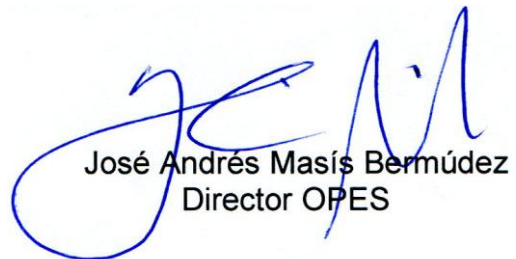


Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES-30/2011) se refiere Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Geotécnica 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). La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 14-2011, artículo 7, celebrada el 24 de mayo, 2011.



José Andrés Masís Bermúdez
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACION
DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Índice

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	2
4. Justificación	2
5. Desarrollo académico del campo de la Maestría propuesta	6
6. Propósitos del posgrado	8
7. Perfil académico-profesional	9
8. Requisitos de ingreso	11
9. Requisitos de graduación	12
10. Listado de las actividades académicas del posgrado	12
11. Descripción de las actividades académicas del posgrado	12
12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	12
13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado	13
14. Conclusiones	15
15. Recomendaciones	15
Anexo A: Plan de estudios	16
Anexo B: Programas de los cursos	20
Anexo C: Profesores y tutores de las actividades de la Maestría en Ingeniería Geotécnica	30
Anexo D: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Geotécnica	32

1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Ingeniería Geotécnica* en la Universidad de Costa Rica (UCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores (CONARE) por la señora Rectora de la UCR, Dra. Yamileth González García, en nota R-1475-2011 del 17 de marzo, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹.

El CONARE, en la sesión 10-2011, del 29 de marzo de 2011, artículo 5, inciso c), acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

Cuando se proponen posgrados nuevos se utiliza lo establecido en el documento *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*² y en el Fluxograma mencionado, el cual establece doce grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de posgrado que se propongan. Estos son los siguientes:

- Datos generales
- Autorización para impartir posgrados
- Justificación del posgrado
- El desarrollo académico del campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso
- 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

- Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado
- Otros aspectos que se consideren importantes según criterio de la universidad o de la OPES.

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

2. Datos generales

La unidad académica base de la Maestría en Ingeniería Geotécnica será la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica. La maestría tendrá las dos modalidades, académica y profesional. Se otorgará el diploma de *Maestría en Ingeniería Geotécnica*.

Se ofrecerán dos semestres por año. Se abrirá la matrícula una vez al año y se ofrecerá la maestría de forma indefinida.

3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

La Escuela de Ingeniería Civil será la unidad base de la Maestría en Ingeniería Geotécnica. Ha ofrecido los grados académicos de Bachillerato y de Licenciatura. La Escuela de Ingeniería Civil tiene experiencia en el campo docente desde 1941. Fue autorizada por el Consejo Nacional de Rectores a impartir posgrados en la sesión 33-1988, celebrada el 6 de diciembre de dicho año.

4. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen:

“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 financiero y de construcción.

El incremento en la actividad comercial se debe al aumento de las importaciones y de las exportaciones, tanto en el volumen como 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 de sde 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 LannammeUCR 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 por que a demás 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.

Con base en las recomendaciones expresadas en el Dictamen OPES-14-88, se solicita mediante este documento el aval del Sistema de Estudios de Posgrado para la creación de los Planes de Estudios correspondientes a la Maestría en Ingeniería Geotécnica en las modalidades Académica y Profesional. Esta solicitud se hace con base 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 Geotécnica es la rama de la Ingeniería Civil que se dedica básicamente a estudiar el suelo y las rocas como material de construcción y como soporte de las obras que construye el ingeniero civil. 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 profesionales en el campo de la Ingeniería Geotécnica, que son elementos fundamentales en el país para el desarrollo de tales sistemas.

Normalmente los especialistas en el campo de la Ingeniería Geotécnica deben realizar sus estudios en el extranjero, lo que dificulta y encarece la formación de especialistas en esas áreas. Es bien sabido además que existe un gran vacío en la cantidad de profesionales que ejercen esta especialidad. Este faltante de profesionales especializados hace que ese vacío sea cubierto por profesionales no especializados en el campo, lo que redundará en una baja calidad técnica de los servicios y usualmente en sobre costos muy importantes para los proyectos; asociados con el conservadurismo que normalmente genera la falta de conocimientos. Adicionalmente, en los últimos años se ha incrementado la construcción de obras de infraestructura básica para el desarrollo del país; tales como:

- 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.

En el caso de las obras viales es notoria la cantidad de daños asociados a la falta de especialistas en geotecnia y pavimentos por parte del MOPT. Carreteras que se construyen y dañan rápidamente por problemas de deslizamientos (carretera a Guápiles por ejemplo), suelos expansivos, suelos licuables, suelos blandos, etc. La falta de especialistas en esas áreas hace que muchas veces esos problemas sean atribuidos a fuerzas mayores de la naturaleza, y no se vean como problemas previsibles. 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 Geotécnica de los proyectos, redundará en un aseguramiento de las inversiones del Estado.

Demanda Social para el Posgrado

De lo expresado anteriormente se concluye que el país requiere con urgencia profesionales en el campo de la Ingeniería Geotécnica, que puedan participar tanto a nivel de diseño, como a nivel de construcción en el acelerado desarrollo de las obras de infraestructura. La entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos, refuerza todavía más esa necesidad, en aras de preparar al ICE en la competencia que se derivaría del mismo. Se mencionan por ejemplo las instituciones públicas y privadas que demandarían los servicios de estos nuevos profesionales:

Instituto Costarricense de Electricidad: Requiere especialistas en geotecnia en el campo de diseño, construcción y operación de obras de infraestructura energética, tales como: centrales hidroeléctricas (túneles, casa de máquinas, presas, etc.), generación de energía eólica, generación de energía geotérmica, generación de energía por biogases, centrales térmicas por combustibles para abastecimiento de picos, entre otros.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes: Requiere especialistas en geotecnia en el campo de diseño, construcción y operación de obras de infraestructura vial, tales como: pavimentación de la red vial nacional, proyectos de obras por concesión (Ciudad Colón-Orotina, San José-San Ramón, etc.), rehabilitación de carreteras existentes (deslizamientos en las carreteras Guápiles, Cartago-San Isidro de Pérez Zeledón, San Ramón-Puntarenas, etc.). Diseño, construcción y rehabilitación de puentes dañados ya sea por el tiempo o por los sismos.

Obras Portuarias-MOPT: Dado el atraso en infraestructura portuaria que presenta el país, es de esperar que la próxima década se realicen importantes inversiones en este campo. A nivel preliminar, se habla hoy en día de la construcción de un megapuerto que supla el déficit de los actuales puertos. Asimismo, existen varios proyectos de inversión privada, pero regulados por el estado, para la construcción de marinas en proyectos turísticos. Es de esperar, por lo tanto, una gran demanda de profesionales en el campo de la geotecnia, que el país actualmente no tiene y que por lo tanto es necesario formar.

Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados: El aumento de población en las zonas urbanas, unido a los problemas de contaminación ambiental, hace cada vez más necesario la construcción de acueductos para abastecimiento de las ciudades. En tales obras la participación de ingenieros geotecnistas es requerida.

Municipalidades: La solución al problema de la basura y disposición de los desechos sólidos en las ciudades es cada vez más una necesidad a premiar y resolver. Hasta la fecha, pocas son las soluciones dadas a este problema, pero es claro que en los próximos años se requeriría inevitablemente de diseñar y construir rellenos sanitarios. Tales obras caen en gran medida dentro del campo de la especialidad de la Ingeniería Geotécnica.

Sector Privado: El auge que los proyectos turísticos tienen en este momento, hace prever un gran desarrollo hotelero en las zonas costeras (Golfo de Papagayo, por ejemplo), en que la participación de los ingenieros geotecnistas es de vital importancia. Actualmente están en construcción edificios hoteleros más altos que el mayor de los edificios existentes. Asimismo, se espera para la próxima década la construcción de edificios todavía de mayor tamaño. En el campo privado la construcción de proyectos de cogeneración hidroeléctrica es también una expectativa muy probable en vista de los problemas de abastecimiento que presenta el ICE.”³

5. Desarrollo académico del campo de la Maestría propuesta

La Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen sobre el desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta:

“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 Geotécnica, este programa de maestría pretende la formación de especialistas con los conocimientos necesarios para el desarrollo de obras complejas. Se mencionan por ejemplo los puertos, los acueductos, los túneles, los embalses, los aeropuertos, los rellenos sanitarios, las carreteras, etc.

Se han propuesto por lo tanto un programa de maestría que brinde a los graduados la formación que les permitan desempeñarse como expertos 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 Geotécnica se tiene un vínculo muy estrecho con el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Escuela de Ingeniería Civil; sitio donde físicamente se imparten las lecciones 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 abordarlas en la Maestría en Ingeniería Geotécnica:

- Comportamiento de ingeniería de arcillas expansivas
- Infiltración de aguas provenientes de efluentes de drenajes
- Problemas de estabilidad de taludes
- Rellenos sanitarios

- Geotecnia ambiental
- Excavaciones subterráneas
- Dinámica de suelos
- Cimentaciones y muros
- Comportamiento de pilotes en suelos blandos.
- Riesgo asociado a obras civiles

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

Adicionalmente, se presenta una lista parcial de las investigaciones que ha llevado a cabo la Escuela de Ingeniería Civil en los últimos cuatro años:

- Arguedas Villalobos, C. Eficiencia del uso de micropilotes como arriostres geotécnicos para resistir carga sísmica. Camacho Gaita, E. Catálogo de pavimentos asfálticos para rutas nuevas de bajo volumen.
- Hidalgo Arroyo, A. Arcillas expansivas: comportamiento, identificación y propiedades una vez estabilizadas con el agente químico EcSS3000.
- Mohs Alfaro, C. Variación del módulo de resiliencia para diferentes suelos de subrasante según el contenido de humedad y el grado de compactación.
- Mora Salas, P. Procedimiento técnico y análisis comparativo para la utilización del encofrado modular de licuación de suelos.
- Morales Ramírez, A. Uso de infiltrómetro de doble anillo para diseño de sistemas de drenaje.
- Naranjo Castillo, A. Comparación técnico económica del uso de pantallas de anclajes activos y suelo cosido para la estabilización de taludes.
- Porras Alvarado, J. Determinación de rangos de módulos resilientes para materiales constituyentes de la estructura de pavimentos existentes en Costa Rica, mediante el procedimiento de retro cálculo y ensayos dinámicos.
- Salas Agüero, F. Valor Ganado: Aplicado en el control y seguimiento del revestimiento del túnel de conducción del Proyecto Hidroeléctrico de Pirrís.
- Trigueros Gago, R. Programa computacional para el diseño geotécnico de pilotes.
- Ulloa Sáenz, D. Principios y aplicaciones del dragado de sedimentos.”⁴

6. Propósitos del posgrado

Objetivo general de la modalidad académica

La Universidad de Costa Rica, a través del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, busca la formación de un investigador especializado en Ingeniería Geotécnica, con capacidad de mejorar técnica, administrativa y funcionalmente a la industria nacional de la construcción.

El objetivo de este programa es proporcionar los medios teóricos y prácticos para que el investigador en Ingeniería Geotécnica tenga la posibilidad de incrementar su capacitación en el planeamiento, diseño y ejecución de proyectos de investigación geotécnica sobre la influencia de los suelos en las edificaciones y obras civiles.

Para alcanzar la meta propuesta los planes de estudio de este programa contienen materias para desarrollar habilidades de los ingenieros civiles en los siguientes ejes formativos:

- (i) Conocimiento sustantivo de geotecnia que sirva de apoyo en la construcción de obras tales como excavaciones, fundaciones, proyectos especiales, carreteras, etc.
- (ii) Estabilización de taludes .
- (iii) Riesgo geotécnico asociado con inundaciones, lluvias, huracanes, volcanes y terremotos.

Objetivo general de la Modalidad Profesional

El objetivo de este programa es 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 geotécnico de las edificaciones y obras civiles.

Para alcanzar la meta propuesta los planes de estudio de este programa contienen materias para la formación de los ingenieros civiles en los siguientes ejes formativos:

- (i) Aspectos técnicos del diseño y construcción de obras en que el componente geotécnico sea importante,
- (ii) Conocimiento de las técnicas y métodos de diseño de cimentaciones en boga en el mundo,
- (iii) Conocimiento sustantivo de geotecnia que sirva de apoyo en la construcción de obras tales como excavaciones, fundaciones, proyectos especiales, carreteras, etc.
- (iv) Estabilización de taludes.

7. Perfil académico-profesional

Maestría académica

Conocimientos

- El proceso y la metodología de investigación en ingeniería
- Desarrollo de proyectos de investigación
- Comportamiento mecánico de suelos y rocas
- Flujo de agua a través de medios porosos
- Modelaje numérico
- Contaminación de mantos acuíferos
- Instrumentación de laboratorio y campo
- Geotecnia del medio ambiente
- Geología de ingeniería
- Geotecnia vial.

Habilidades y destrezas

- Comprender ampliamente el comportamiento de los suelos y de las rocas 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 Geotécnica 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.

Maestría profesional:

Conocimientos

- Comportamiento mecánico de suelos y rocas
- Flujo de agua a través de medios porosos
- Geotecnia del medio ambiente
- Geología de ingeniería
- Geotecnia de excavaciones subterráneas y a cielo abierto
- Geotecnia vial

Habilidades y destrezas

- Comprender ampliamente el comportamiento de los suelos y de las rocas como soporte de toda obra civil
- Conocer ampliamente las técnicas de diseño geotécnico 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 geotécnicas, para superación general de las entidades públicas y privadas encargadas de su construcción.
- Adquirir una sólida formación profesional en el campo de la Ingeniería Geotécnica 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.

8. Requisitos de ingreso

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

- Contar con una Licenciatura en Ingeniería Civil debidamente reconocida en Costa Rica. Deberá también contar con un desempeño académico que lo coloque en el 20 por ciento superior de su promoción de Licenciatura.
- En casos excepcionales se podrán admitir estudiantes provenientes de carreras consideradas como afines a la Ingeniería Civil, en cuyo caso deberán aprobar los cursos de nivelación que la Comisión de Maestría señale.
- Se requerirá el dominio del idioma inglés, y para comprobarlo será necesario realizar una prueba en la Escuela de Lenguas Modernas.

Los postulantes deberán además cumplir con los requisitos administrativos o de otra índole que señale la Universidad de Costa Rica.

La permanencia en la Maestría está determinada por lo que establece al respecto el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

9. Requisitos de graduación

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todos los cursos y las actividades del plan de estudios en la modalidad que cursa.

10. Listado de las actividades académicas del posgrado

El plan de estudios de la maestría académica, presentado en el Anexo A.1, consta de 62 créditos y tiene una duración de cuatro semestres. Las actividades del plan de estudios son las siguientes:

- Ocho cursos de tres créditos cada uno.
- Un curso de cuatro créditos.
- Cuatro seminarios de maestría de un crédito cada uno.
- La investigación de la tesis con treinta créditos, divididos en Investigación de tesis I, II y III, con ocho créditos cada una, y la defensa de la tesis, con seis créditos.

El plan de estudios de la maestría académica, presentado en el Anexo A.2, consta de 60 créditos y tiene una duración de cuatro semestres. Las actividades del plan de estudios son las siguientes:

- Siete cursos de tres créditos cada uno.
- Un curso de cuatro créditos.
- Cuatro seminarios de maestría de un crédito cada uno.
- Cuatro talleres aplicados de cuatro créditos cada uno.
- Una electiva de tres créditos.
- Tres electivas de cuatro créditos.

11. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y las actividades de investigación se muestran en el Anexo B.

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, si fuese del caso, o bien el de Especialidad Profesional en aquellas disciplinas en las cuales tradicionalmente se ha favorecido la especialidad como formación de posgrado.
- Los profesores del posgrado deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo.

Además, preferiblemente al menos la mitad de los profesores de una maestría académica deberán poseer un doctorado académico o ser investigadores activos.

Los profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Geotécnica son los que se indican en el Anexo C.

En el Anexo D se indican los diplomas de cada uno de los docentes. Todas las normativas vigentes se cumplen.

13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado.

Según la Universidad de Costa Rica, los estudiantes de Maestría se beneficiarán con el apoyo del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica, en especial de la Biblioteca Carlos Monge Alfaro y la Biblioteca Luis Demetrio Tinoco. También asumirán cuentas de Internet que les permitirán acceder a otros Centros de Documentación y Bibliotecas especializadas del mundo. La universidad proponente envió la siguiente información referida a los recursos físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento:

“La Universidad de Costa Rica cuenta con los recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, y los vínculos con instituciones nacionales e internacionales suficientes para la ejecución de la maestría propuesta.

Asimismo, el posgrado se desarrollará en la Escuela de Ingeniería Civil que cuenta con casi sesenta años de operación como la encargada de graduar ingenieros en Costa Rica desde el momento de fundación de la Universidad de Costa Rica. El pro-

grama de maestría propuesto aumentara a tres el número de planes de estudio del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil aprobado por el CONARE desde 1988.

En particular, la maestría propuesta tendrá su sede, al igual que los demás énfasis del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Lanamme, el cual ha brindado y seguirá brindando apoyo al Posgrado. El Lanamme es parte de la Escuela de Ingeniería Civil y cuenta con instalaciones situadas en la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica. Las instalaciones del Lanamme incluyen un auditorio con capacidad para 150 personas, tres aulas con capacidades para 50, 30 y 20 personas.

Las aulas cuentan con todas las facilidades para el desarrollo docente, i.e. proyectores, computadoras con conexión a internet y a impresoras y en el caso del auditorio se cuenta con la posibilidad de grabación de video y con equipo de video conferencia que permite recibir charlas desde sitios remotos con comunicación en dos vías.

Por otro lado, el Lanamme también cuenta con una biblioteca especializada en Ingeniería Civil incluyendo cientos de publicaciones en Ingeniería Geotécnica. Esta biblioteca especializada forma parte del sistema de bibliotecas de la Universidad de Costa Rica por lo cual cuenta con acceso al acervo completo.

En laboratorios, el Lanamme cuenta con salas de prueba extensas y ha invertido cerca de \$ 2 millones en equipamiento para geotecnia incluyendo dispositivos para prueba de muestras de suelo sometidas a presión triaxial. En este momento el Lanamme cuenta con el mejor equipado laboratorio del país para el estudio de las propiedades dinámicas de los suelos. El financiamiento del Lanamme está respaldado por la Ley 8114 por lo cual se considera que los recursos estarán disponibles para la Maestría en Ingeniería Geotécnica por un largo plazo.

[...]

La Maestría en Ingeniería Geotécnica formará parte del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, el cual se acogió a la modalidad de financiamiento complementario desde 2008. Esto significa que el Programa genera sus propios recursos para pagar apoyo secretarial de medio tiempo y también para cubrir todos los gastos relacionados con la operación diaria del programa. Adicionalmente, el Programa hace una inversión anual considerable en compra de libros, de software especializado (elementos finitos, dinámica de suelos, etc.) y de dispositivos para laboratorio (extensionímetros, de formímetros, materia prima para elaboración de prototipos de prueba) que son usados por los estudiantes tanto en los cursos que involucran trabajo experimental como para trabajo de investigación de tesis. Dentro de los cursos con trabajo experimental se encuentran los cursos de Taller Aplicado que forman parte de esta propuesta.

Los recursos administrativos y secretariales serán provistos por la Escuela de Ingeniería Civil.

14. 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*, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los procedimientos establecidos por el *Flujograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes* ¹ y en la *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado* ².

15. Recomendaciones

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

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica para que imparta la *Maestría en Ingeniería Geotécnica*.
- Que la Universidad de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.
- Que la OPES considere la evaluación del posgrado propuesto después de cinco años de iniciado.

1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y modificado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesiones N°16-2005, artículo 3, celebrada el 7 de junio de 2005, N°27-05, artículo 3, celebrada el 6 de setiembre de 2005 y N°33-2009, artículo 5, celebrada el 3 de noviembre de 2009.

2) Aprobada por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

3, 4), 5) y 6) Propuesta de apertura de la Maestría en Ingeniería Geotécnica, Universidad de Costa Rica, 2011.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO A.1

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
(modalidad académica)**

CICLO Y NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer semestre</u>	<u>10</u>
Ingeniería de cimentaciones	3
Mecánica de suelos avanzada	3
Geología ingenieril	3
Seminario de maestría I	1
<u>Segundo semestre</u>	<u>18</u>
Modelos y métodos experimentales	3
Mecánica de rocas	3
Empuje de tierras y estabilidad de taludes	3
Investigación de tesis I	8
Seminario de maestría II	1
<u>Tercer semestre</u>	<u>16</u>
Dinámica de suelos	4
Excavaciones subterráneas	3
Investigación de tesis II	8
Seminario de maestría III	1
<u>Cuarto semestre</u>	<u>18</u>
Presas de tierra	3
Investigación de tesis III	8
Defensa de tesis	6
Seminario de maestría IV	1
<i>Total de créditos de la Maestría</i>	62

ANEXO A.2

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
(modalidad profesional)**

CICLO Y NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer semestre</u>	<u>14</u>
Ingeniería de cimentaciones	3
Mecánica de suelos avanzada	3
Geología ingenieril	3
Seminario de maestría I	1
Taller aplicado I	4
<u>Segundo semestre</u>	<u>15</u>
Mecánica de rocas	3
Empuje de tierras y estabilidad de taludes	3
Curso electivo	4
Seminario de maestría II	1
Taller aplicado II	4
<u>Tercer semestre</u>	<u>16</u>
Dinámica de suelos	4
Excavaciones subterráneas	3
Curso electivo	4
Seminario de maestría III	1
Taller aplicado III	4

CICLO Y NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>Cuarto semestre</u>	<u>15</u>
Presas de tierra	3
Curso electivo	4
Curso electivo	3
Seminario de maestría IV	1
Taller aplicado IV	4
<i>Total de créditos de la Maestría</i>	60

Lista de electivas:

Métodos de elementos finitos
 Administración de proyectos de construcción
 Introducción a la ingeniería sísmica
 Métodos constructivos III: Geotecnia e infraestructura
 Modelos y métodos experimentales

ANEXO B

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

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Cursos comunes a las dos modalidades:

Nombre del curso: Ingeniería de Cimentaciones

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

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

Contenido:

- 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.

Nombre del curso: Mecánica de Suelos Avanzada

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

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

Contenido:

- Introducción y aspectos básicos de la mecánica de suelos
- Análisis preliminar del comportamiento de suelos en ingeniería
- Esfuerzos en masas de suelo

- Consolidación de suelos
- Flujo de agua en medios porosos
- Comportamiento esfuerzo deformación y resistencia de suelos
- Comportamiento de suelos de grano grueso
- Comportamiento de suelos arcillosos
- Comportamiento de suelos no saturados
- Comportamiento de suelos compactados

Nombre del curso: Geología ingenieril

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Conocer y comprender los conceptos geológicos y su aplicación en el diseño y construcción de obras civiles.

Contenido:

- Introducción: aspectos básicos de la Geología de Ingeniería
- Conceptos básicos de Geología: tipos de rocas, mapas geológicos, estructuras geológicas
- Investigaciones geológicas: mapeo de campo, geofísica, perforaciones
- Estructuras geológicas
- Areniscas, lutitas y rocas asociadas
- Rocas solubles
- Rocas ígneas
- Vulcanismo y rocas volcánicas
- Rocas metamórficas

Nombre del curso: Seminario de Maestría I, II, III y IV

Créditos: 1

Objetivo general del curso:

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:

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

Nombre del curso: Mecánica de Rocas

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Conocer y comprender los principios teóricos de la mecánica de rocas y sus aplicaciones.

Contenido:

- Introducción a la mecánica de rocas
- Propiedades físicas de la roca
- Esfuerzos y deformaciones
- Propiedades hidráulicas y térmicas de la roca
- Deformabilidad de macizos rocosos
- Propiedades de resistencia de la roca y de los macizos rocosos
- Planos de debilidad en macizos rocosos
- Esfuerzos in situ
- Excavaciones subterráneas
- Taludes rocosos

Nombre del curso: Empuje de Tierras y Estabilidad de Taludes

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Conocer y comprender en detalle las bases teóricas del empuje de tierras y estabilidad de taludes, así como sus aplicaciones a problemas de ingeniería

Contenido:

- Agentes y causas de deslizamientos
- Métodos de análisis de estabilidad
- Método de equilibrio límite
- Aspectos especiales
- Empuje de tierras
- Estabilidad de obras de contención

Nombre del curso: Dinámica de Suelos

Créditos: 4

Objetivo general del curso:

Brindar a los profesionales los conocimientos de la dinámica de suelos con el propósito de aplicarlos a la Ingeniería Geotécnica.

Contenido:

- Teoría de vibraciones
- Propagación de ondas en medios elásticos
- Propiedades de suelos sometidos a cargas dinámicas
- Comportamiento de suelos sometidos a carga sísmica
- Licuación de suelos
- Comportamiento sísmico estructuras geotécnicas.

Nombre del curso: Excavaciones Subterráneas

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Conocer y aplicar los conocimientos de la mecánica de rocas y la elasticidad en el diseño y construcción de obras subterráneas y en excavaciones subterráneas.

Contenido:

- Tipos de excavaciones subterráneas
- Clasificación de macizos rocosos aplicados al diseño de túneles
- Esfuerzos alrededor de excavaciones
- Resistencia de la roca y de macizos rocosos
- Interacción soporte-revestimiento-macizo rocoso
- Métodos numéricos aplicados al diseño de excavaciones

Nombre del curso: Presas de Tierra

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Capacitar a los estudiantes en la exploración de los sitios de presa, en el diseño, inspección, instrumentación y control de obras de tierra.

Contenido:

- Aspectos geotécnicos para la conceptualización y diseño de obras de tierra
- Propiedades de los suelos y enrocamientos compactados
- Diseño de filtros y control de la filtración
- Análisis de estabilidad
- Detalles de diseño
- Tratamiento de la fundación
- Especificaciones y control de calidad
- Instrumentación de las presas

Cursos obligatorios para la modalidad académica

Nombre del curso: Investigación de Tesis I

Créditos: 8

Objetivo general:

El estudiante debe proponer un tema de tesis, recopilar la bibliografía, definir la metodología de trabajo y formular el proyecto de tesis e iniciar la obtención de los datos necesarios para su investigación.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante

Nombre del curso: Investigación de Tesis II

Créditos: 8

Objetivo general:

Demostrar, mediante la presentación del proyecto, que ha habido un avance notable en el trabajo de investigación y concluir con la obtención de los datos requeridos para culminar su trabajo de tesis.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante

Nombre del curso: Investigación de Tesis III

Créditos: 8

Objetivo general:

Redactar la tesis de acuerdo con la normativa del Sistema de Estudio de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante

Nombre del curso: Defensa de Tesis

Créditos: 6

Objetivo general:

Finalizar la redacción de la tesis, someterla al Comité Asesor y defenderla ante el Tribunal Examinador.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante

Curso obligatorio para la modalidad académica y electivo para la modalidad profesional

Nombre del curso: Modelos y Métodos Experimentales

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Introducir al estudiante al campo del modelaje estructural y los métodos experimentales actualmente disponibles.

Contenido:

- 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

Cursos obligatorios para la modalidad profesional

Nombre del curso: Taller Aplicado I

Créditos: 4

Objetivo general:

Preparación de la propuesta de ejecución de un proyecto de ingeniería geotécnica que sea completo en todas sus fases: investigación de campo y de laboratorio, modelación, diseño y construcción o implementación.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema del proyecto elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Taller Aplicado II

Créditos: 4

Objetivo general:

Realización de la investigación de campo y realización de ensayos de laboratorio según su conveniencia, viabilidad y necesidad.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema del proyecto elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Taller Aplicado III

Créditos: 4

Objetivo general:

Instrumentalización del modelo analítico del proyecto según los alcances considerados como necesarios e indispensables para el correcto diseño del proyecto.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema del proyecto elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Taller Aplicado IV

Créditos: 4

Objetivo general:

Diseño y construcción o implementación del proyecto. Presentación de informe escrito y oral del proyecto ante un tribunal evaluador.

Contenido:

Se establecerán conforme al tema del proyecto elegido por cada estudiante.

Cursos electivos para la modalidad profesional

Nombre del curso: Método de Elementos Finitos

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Presentar las técnicas generales de análisis estructural mediante métodos de discretización.

Contenido:

- 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

Nombre del curso: Administración de Proyectos de Construcción

Créditos: 5

Objetivo general del curso:

Brindar las herramientas gerenciales y técnicas modernas aplicables a la gerencia de proyectos constructivos mayores dentro del contexto de la globalización y mayor eficiencia requerida en la industria de la construcción.

Contenido:

- Introducción a la administración de proyectos de construcción
- El ciclo del proyecto de construcción
- Planificación de Proyectos
- Estimación y presupuestación de costos
- Programación, organización y control de proyectos
- Administración de costos
- Administración de operaciones constructivas
- Procesos y productividad en construcción
- Procesos licitatorios
- Relaciones laborales y contractuales
- Administración y control de la calidad en construcción
- Presentación de proyectos finales

Nombre del curso: Introducción a la Ingeniería Sísmica

Créditos: 4

Objetivo general del curso:

Ofrecer los fundamentos de la ingeniería sísmica en relación con otras áreas de la Ingeniería Civil.

Contenido:

- 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

Nombre del curso: Métodos Constructivos: Geotecnia e Infraestructura

Créditos: 3

Objetivo general del curso:

Estudiar el funcionamiento eficiente de la maquinaria y equipo de construcción usado en la construcción de obra pesada, movimiento de tierra y construcción vial, así como las técnicas apropiadas de construcción y gestión en este tipo de obras a nivel mundial y a nivel nacional.

Contenido:

- Maquinaria de excavación y movimiento de tierra
- Maquinaria de construcción vial y grúas
- Costos de maquinaria en Costa Rica y eficiencia de producción
- El mantenimiento preventivo y la seguridad en las maquinarias
- Obras de movimiento de tierra
- Obras de túneles, represas y afines
- Obras de construcción y conservación de caminos, carreteras y puentes

ANEXO C

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO C

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CURSO

PROFESOR

Ingeniería de cimentaciones	Sergio Sáenz Aguilar
Mecánica de suelos avanzada	William Vargas Monge
Geología ingenieril	Gastón Laporte Molina
Seminario de maestría I y II	Rafael Murillo Muñoz
Modelos y métodos experimentales	Guillermo González Beltrán
Mecánica de rocas	Eduardo Avilés Madrigal
Empuje de tierras y estabilidad de taludes	Sergio Sáenz Aguilar
Investigación de tesis I, II y III	William Vargas Monge
Dinámica de suelos	William Vargas Monge
Excavaciones subterráneas	Gastón Laporte Molina
Seminario de maestría III y IV	Guillermo Santana Barboza
Presas de tierra	Eduardo Avilés Madrigal
Taller aplicado I y II	Sergio Sáenz Aguilar
Taller aplicado III y IV	Eduardo Avilés Madrigal
Métodos de elementos finitos	Miguel Cruz Azofefia
Administración de proyectos de construcción	Robert Anglin Fonseca
Introducción a la ingeniería sísmica	Guillermo Santana Barboza
Métodos constructivos III: Geotecnia e infraestructura	Marco Rodríguez Mora

ANEXO D

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA
GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

ROBERT ANGLIN FONSECA

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos de América.

EDUARDO AVILÉS MADRIGAL

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería (Mecánica de suelos) Universidad Nacional Autónoma de México. Estados Unidos Mexicanos.

MIGUEL CRUZ AZOFEFIA

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Sismo-Resistente, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Doctorado en Ingeniería Estructural, Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

GUILLERMO GONZÁLEZ BELTRÁN

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería Estructural. Universidad Tecnológica de Eindhoven, Países Bajos.

GASTÓN LAPORTE MOLINA

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría Académica en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

RAFAEL MURILLO MUÑOZ

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Manitoba, Canadá.

MARCOS RODRÍGUEZ MORA

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Colorado, Estados Unidos de América.

SERGIO SÁENZ AGUILAR

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil.

GUILLERMO SANTANA BARBOZA

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería Estructural, Universidad de Illinois, Estados Unidos de América.

WILLIAM VARGAS MONGE

Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería, Universidad de Tokio, Japón.

