

**Propuesta para el Establecimiento de un
Programa Doctoral en Ciencias e Ingeniería
de la Información y la Computación en la
Universidad de Puerto Rico**

**Departamento de Matemáticas, Colegio de Artes y Ciencias
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, Colegio de Ingeniería
Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez**

<http://ece.uprm.edu/cecord/phd>

Créditos

Esta propuesta fue preparada por el Comité Ad Hoc del Programa Graduado en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación. Este Comité estuvo integrado por:

Dr. Dorothy Bollman - Departamento de Matemáticas, UPR-Mayagüez

Dr. Jaime Seguel - Departamento de Matemáticas, UPR-Mayagüez

Dr. Pablo Tarazaga - Departamento de Matemáticas, UPR- Mayagüez

Dr. Domingo Rodríguez - Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Néstor J. Rodríguez - Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Ramón E. Vásquez - Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Tabla de Contenido

GLOSARIO DE TÉRMINOS EN INGLÉS.....	VI
GLOSARIO DE TÉRMINOS EN ESPAÑOL	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 TÍTULO DEL PROGRAMA Y GRADOS	1
1.2 DURACIÓN DEL PROGRAMA EN AÑOS PARA ESTUDIANTES A TIEMPO COMPLETO.....	1
1.3 BREVE EXPOSICIÓN DEL PROGRAMA.....	1
1.4 FECHA DE COMIENZO	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
2.1 RAZONES DE TIPO ACADÉMICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA.....	2
2.2 NECESIDAD DEL NUEVO PROGRAMA.....	2
2.3 OPORTUNIDADES DE EMPLEO PARA LOS EGRESADOS DEL PROGRAMA	2
3. RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTRATÉGICO SISTÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO.....	3
4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS.....	5
4.1 EN EL RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ.....	5
4.2 EN OTRAS UNIDADES DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE LA U. P. R.....	6
4.3 EN OTRAS INSTITUCIONES DEL PAÍS.....	7
5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	8
5.1 FILOSOFÍA, METAS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROGRAMA.....	8
5.2 PERFIL DEL EGRESADO	9
5.2.1 Perfil General.....	9
5.2.2 Perfil del Estudiante de Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras.....	10
5.2.3 Perfil del Estudiante de Especialidad de Computación Científica.....	10
5.3 COMPONENTES DEL PROGRAMA.....	11
5.3.1 Distribución de los Cursos por Areas de Educación.....	11
5.3.2 Descripción de los Cursos.....	13
5.3.3 Modelo del Programa Propuesto.....	17
5.3.4 Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales.....	18
5.3.5 Catálogo y Promoción.....	19
6. ADMISIÓN Y MATRÍCULA	19
6.1 REQUISITOS DE ADMISIÓN.....	19
6.2 PROYECCIÓN DE LA MATRÍCULA.....	19
7. REQUISITOS ACADÉMICOS PARA OTORGAR EL GRADO.....	20
7.1 TOTAL DE HORAS-CRÉDITO QUE SE REQUIEREN.....	20
7.2 INDICES ACADÉMICOS MÍNIMOS	20
7.3 TOTAL DE CRÉDITOS A ACEPTARSE EN TRANSFERENCIA.....	20
7.4 RESIDENCIA.....	20
7.5 SEMINARIOS	20
7.6 EXAMEN DE CUALIFICACIÓN	21
7.7 EXAMEN DE CANDIDATURA.....	21
7.8 DISERTACIÓN.....	21
7.9 REQUISITOS DE IDIOMA.....	21
7.10 TIEMPO LÍMITE PARA COMPLETAR EL GRADO.....	21
8. FACULTAD	21

8.1 FACULTAD NECESARIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA.....	21
8.2 PROYECCIONES DE LA FACULTAD PARA LOS PRÓXIMOS CINCO (5) AÑOS.....	23
8.3 PLAN PARA EL ADIESTRAMIENTO DE LA FACULTAD.....	24
9. RECURSOS DEL APRENDIZAJE.....	24
9.1 INVENTARIO DE RECURSOS EXISTENTES.....	24
9.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DE RECURSOS DISPONIBLES.....	24
9.2.1 <i>Obtención de Libros</i>	24
9.2.2 <i>Obtención de Publicaciones Seriadadas</i>	24
9.2.3 <i>Obtención de Materiales Audiovisuales</i>	25
9.2.4 <i>Obtención de Acceso Electrónico a Base de Datos</i>	25
9.2.5 <i>Uso de Otras Bibliotecas</i>	25
10. INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO.....	25
10.1 INVENTARIO DE FACILIDADES DISPONIBLES.....	25
10.1.1 <i>En el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras</i>	25
10.1.1.1 Red de Computadoras.....	25
10.1.1.2 Laboratorios.....	26
10.1.2 <i>En el Departamento de Matemáticas</i>	27
10.2 IMPACTO DEL PROGRAMA SOBRE LAS INSTALACIONES FÍSICAS EXISTENTES.....	28
10.3 NECESIDAD Y DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE CÓMPUTOS PARA EL NUEVO PROGRAMA.....	28
10.3.1 <i>En el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras</i>	28
10.3.2 <i>En el Departamento de Matemáticas</i>	28
11. ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA.....	28
11.1 ACREDITACIÓN PROFESIONAL.....	28
11.2 LICENCIAMIENTO POR EL CES.....	29
12. ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA.....	29
13. AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES.....	31
14. PRESUPUESTO.....	31
14.1 COSTOS RECURRENTE.....	32
14.2 COSTOS NO-RECURRENTE.....	33
15. INGRESOS.....	34
16. EVALUACIÓN.....	34
APÉNDICE A	
<i>Prontuarios de los Cursos Nuevos del Programa Doctoral en CIIC</i>	36
APÉNDICE B	
<i>Plan de Ofrecimiento de Cursos Graduados para los Primeros Cuatro Años del Programa</i>	37
Cursos Comunes CIIC	37
Cursos de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras	38
Cursos de la Especialidad de Computación Científica	39
APÉNDICE C	
<i>Publicaciones de la Facultad del Programa Durante los Ultimos 5 Años</i>	40
APÉNDICE D	
<i>Dávivas de Investigación Otorgadas a los/las Miembros/as la Facultad que Están Vigentes</i>	41
APÉNDICE E	

<i>Curriculum Vita de la Facultad del Programa</i>	42
APÉNDICE F	
<i>Información sobre el Centro para la Investigación y Desarrollo Computacional (CECORD)</i>	43
APÉNDICE G	
<i>Recursos Bibliotecarios Relacionados con el Programa</i>	44
APÉNDICE H	
<i>Normas que Rigen los Estudios Graduados en el Recinto Universitario de Mayagüez (Certificaciones 97-21 y 97-55 del Senado de RUM)</i>	45

Glosario de Términos en Inglés

- Advanced Digital Signal Processing Algorithms** - Algoritmos avanzados de procesamiento digital de señales.
- Advanced Software Engineering** - Ingeniería de programas (software) avanzada.
- Artificial Intelligence** - Inteligencia artificial.
- Advanced Artificial Intelligence** - Inteligencia artificial avanzada.
- Computer Aided Circuit Design** - Diseño de circuitos asistido por computadoras.
- Computer Aided Software Engineering** - Ingeniería de programas (software) asistida por computadoras.
- Computer Aided Design** - Diseño asistido por computadoras.
- Computer Architecture** - Arquitectura de computadoras.
- Computer Engineering** - Ingeniería de Computadoras.
- Computer Vision** - Visión por computadoras.
- Human Computer Interaction** - Interacción humano-computadora.
- Digital Image Processing** - Procesamiento digital de imágenes.
- Digital Signal Processing** - Procesamiento digital de señales .
- Hardware** - Conjunto de elementos físicos, de circuitos y de dispositivos que componen una computadora o un sistema electrónico digital en general.
- High Performance Computers** - Computadoras de alto rendimiento.
- Knowledge Engineering** - Ingeniería del conocimiento.
- Object Oriented Programming** - Programación orientada a objetos.
- Expert Systems** - Sistemas expertos.
- Software** - Conjunto de programas que pueden ser ejecutados en una computadora.
- Software Engineering** - Ingeniería de programas (software).
- Very Large Scale Integration (VLSI)** - Integración de circuitos a gran escala

Glosario de Términos en Español

Ciencia - Conjunto de conocimientos razonados y exactos, obtenidos a través de estudios sistemáticos, relativos a un objeto determinado.

Computación - Acto, acción, proceso o método de computar.

Computadora - Aquel o aquello que computa.

Computadora digital - Dispositivo electrónico programable basado en la tecnología digital que permite la recepción, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información y la ejecución de operaciones matemáticas y lógicas con gran rapidez.

Computar - Calcular, contar.

Comunicación - Proceso concertado de transmisión y recepción de información.

Información - Conocimiento comunicado o recibido concerniente a un hecho o circunstancia particular. Todo aquello que puede ser enviado de un punto a otro en el mundo físico.

Informática - Tratamiento automático de la información.

Ingeniería - Arte y ciencia de producir aplicaciones prácticas de los conocimientos de las ciencias puras tales como la matemática, física, química y biología.

Señal - Ente portador de la información.

Tecnología - Rama del conocimiento que trata con artes industriales, ciencias aplicadas e ingeniería. Medios y procedimientos por los cuales un grupo social genera materiales para fomentar su bienestar.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Título del Programa y Grados

El título del programa propuesto será **Programa Graduado en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación** y el grado a otorgarse será el de **Doctor en Filosofía en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación**.

1.2 Duración del Programa en Años para Estudiantes a Tiempo Completo

De acuerdo a los requisitos académicos que se indican en la sección 5.3, el programa de doctorado tendrá una duración normal de cuatro años. El tiempo máximo para completar el grado doctoral será de 10 años.

1.3 Breve Exposición del Programa

Las Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación (CIIC) estudian la filosofía, naturaleza, representación y transformación de la información, incluyendo tanto aspectos teóricos como experimentales. Las CIIC son inherentemente interdisciplinarias, siendo Ciencia de la Computación, Matemáticas e Ingeniería sus componentes fundamentales. Las CIIC poseen una diversa gama de campos de aplicación, incluyendo ciencias físicas, químicas y biológicas, medicina, administración, economía, ingeniería y ciencias sociales. Por esta razón, el programa propuesto en este documento es de carácter interdepartamental, con los departamentos de Matemáticas del Colegio de Artes y Ciencias del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM) y el de Ingeniería Eléctrica y Computadoras del Colegio de Ingeniería del RUM como encargados principales de su implantación y desarrollo. El programa incluye académicos de los Recintos Universitarios de Río Piedras y Humacao, y se mantiene abierto a colaboraciones con otros departamentos del sistema universitario de la Universidad de Puerto Rico.

El programa académico propuesto posee tres cursos medulares destinados a proveer conocimientos avanzados comunes a todo experto de alto nivel en CIIC. Les siguen a estos un ciclo de cursos electivos de nivel 6000 y 8000, todos ellos clasificados bajo dos especialidades: Ciencias e Ingeniería de Computadoras y Computación Científica. Los estudiantes deben elegir una de estas como su especialidad de concentración y tomar un mínimo de cursos en las otras especialidades. Este último requerimiento favorece la formación de un perfil profesional interdisciplinario. La profundidad de conocimientos y creatividad del estudiante quedarán principalmente demostrados en su trabajo de tesis, el cual deberá constituir un aporte original al conocimiento científico o tecnológico en áreas de las CIIC.

El programa propuesto está destinado a ofrecer una amplia gama de alternativas conducentes al grado de Doctor en Filosofía (PhD) en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación. Está dotado de la flexibilidad necesaria para atender a una variada población de estudiantes, acoger proyectos interdisciplinarios relevantes para el avance del conocimiento y el desarrollo social e industrial y para renovarse de acuerdo al continuo cambio de tendencias que caracteriza a las CIIC a nivel mundial. En particular, la subdivisión en especialidades permite la renovación de las mismas o la incorporación de otras especialidades que surjan y se desarrollen dentro del sistema universitario, sin afectar la estructura global del programa.

1.4 Fecha de Comienzo

El programa comenzará a ofrecer tan pronto se asignen los fondos requeridos para el primer año del presupuesto que se indica en la sección 14. Se espera que estos fondos estén disponibles para el primer semestre del año académico 1999-2000.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 Razones de Tipo Académico para el Establecimiento del Programa

El programa propuesto representa una evolución natural de los programas de Maestría en Ingeniería de Computadoras y de Maestría en Matemáticas, opción en Matemática Computacional. La experiencia académica e investigativa, la competencia de la facultad y la infraestructura desarrollada en estos programas han sentado las bases para el establecimiento del programa doctoral en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación en la Universidad de Puerto Rico.

La colaboración entre el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y el Departamento de Matemáticas permite cubrir una amplia gama de materias y provee una mayor diversidad de temas de investigación junto a un claro estímulo para el desarrollo de estudios y proyectos interdisciplinarios. El programa contempla además colaboraciones con académicos de otros departamentos de la Universidad de Puerto Rico.

La estructuración del programa en especialidades facilita la incorporación de nuevos campos de interés en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación que puedan surgir y desarrollarse, como especialidades agregadas al tronco común del programa. Estas especialidades pueden adscribirse a cualquier departamento en el sistema UPR.

La demanda estudiantil por el programa que se propone en este documento se evidencia por el número de solicitudes de admisión presentadas a los programas de Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Matemáticas, opción Matemática Computacional. Todos los estudiantes de estos programas están cualificados para continuar estudios de doctorado en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación y de hecho, muchos de ellos han expresado interés en la concreción del proyecto que aquí se propone. La falta de un programa como este obliga a muchos de estos estudiantes a continuar sus estudios fuera de Puerto Rico o hacer estudios doctorales en otras disciplinas.

2.2 Necesidad del Nuevo Programa

El desarrollo social y económico de un pueblo depende en gran medida del nivel de su conocimiento científico y tecnológico. Actualmente, el nivel de la ciencia, la tecnología y la calidad de los servicios dependen de manera fundamental en adelantos en el campo de la información y la computación. La creciente diversidad de aplicaciones y complejidad de los problemas generados en ambas disciplinas, tanto a nivel teórico como práctico, hace indispensable la creación de una masa crítica de profesionales de alto nivel, capaces de liderar en todo lo concerniente a Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación. Tal masa crítica, destinada a investigar, desarrollar y educar, resulta esencial para mantener al país a nivel competitivo dentro de una economía mundial globalizada, como la actual. Diversos comunicados oficiales emanados de la industria y del gobierno reconocen el impacto fundamental que el desarrollo de la tecnología de la información y la computación tiene en el progreso social y económico.

2.3 Oportunidades de Empleo para los Egresados del Programa

El programa que se propone desarrollará profesionales capaces de contribuir al desarrollo de la infraestructura de información y computación del país, al desarrollo e investigación industrial, a la investigación académica y a la enseñanza universitaria. Este amplio panorama de posibilidades provee un mercado de empleo real y variado para los graduados del programa. Cabe destacar que la necesidad de profesionales en cada una de las áreas indicadas es fundamental para el desarrollo económico y social de Puerto Rico. Esto se desprende como resultado de los informes presentados

por los diferentes comités asesores y compañías de consultores que han venido a Puerto Rico contratada por el gobierno con motivo de asesorar a dicho gobierno sobre el plan de desarrollo y sostenimiento de una política de ciencia y tecnología. Estos comités asesores y compañías de consultores han entrevistado a industriales, la academia y al gobierno y han coincidido que una de las áreas que se debe desarrollar mediante este plan es el área de tecnologías de comunicación, computación e información. Por ejemplo, el estudio de Tecnologías de Comunicaciones e Información de Arthur D. Little plantea las siguientes iniciativas para el desarrollo de país:

Centro para el Desarrollo de Software- Convertirse en el primer centro de América Latina para conducir proyectos de desarrollo de alta tecnología en colaboración con la industria.

Instituto de Comercio Electrónico- Para contribuir a mejorar la competitividad de los negocios en Puerto Rico.

Incubadoras- Para fomentar la creación y desarrollo de pequeñas industrias.

Es evidente que para satisfacer estas necesidades durante los próximos años se necesitara de profesionales con capacidades y competencias como las desarrolladas por los egresados de este programa. El programa propuesto producirá egresados que pueden contribuir plenamente a un plan de desarrollo como el antes mencionado. De hecho, el estudio antes mencionado reconoce el protagonismo del Recinto Universitario de Mayagüez en el desarrollo de estos profesionales.

Otra área donde los egresados de este programa podrán contribuir significativamente es la de la enseñanza universitaria, donde se observa que varios de los egresados de los programas de Maestría en Matemáticas y Maestría en Ingeniería de Computadoras antes mencionados han sido reclutados como facultad por universidades del país. Muchas de estas universidades han manifestado interés en que sus profesores alcancen grados doctorales.

3. RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTRATÉGICO SISTÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Las metas y objetivos del programa en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación guardan estrecha relación tanto con los objetivos generales del sistema universitario como con los objetivos particulares del Recinto Universitario de Mayagüez. La misión primaria de la Universidad de Puerto Rico es incrementar el conocimiento a través del cultivo de las artes y las ciencias y contribuir al desarrollo y al disfrute de los valores éticos y estéticos de la sociedad. Al plantearse como un centro de investigación y desarrollo para la ciencia y la tecnología, el programa es plenamente consistente con dichos objetivos. También, una parte sustancial de la misión del sistema universitario arriba descrita se satisface con la formación de ciudadanos educados al más alto nivel profesional posible, ciudadanos capaces de desempeñar roles de liderazgo en el desarrollo cultural, social y económico de Puerto Rico. El programa alcanza plenamente dichos objetivos al preparar profesionales a nivel doctoral en un campo tan importante como el de la información y la computación.

Los objetivos del programa propuesto concuerdan con los del Plan Estratégico Sistémico de la Universidad de Puerto Rico. En particular el programa guarda una estrecha relación con las direcciones estratégicas de los Asuntos Críticos 6, 8, 9 y 11 del Plan.

El Asunto Crítico 6 del Plan es PROCURAR LA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LA OFERTA ACADÉMICA. Entre las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico, la siguiente guarda una estrecha relación con el Programa propuesto:

- Desarrollar las estructuras y los procedimientos administrativos que propicien programas académicos multidisciplinarios.

La naturaleza multidisciplinaria del programa propuesto, que se logra mediante la colaboración de los programas graduados de Ingeniería de Computadoras y de Matemáticas (Opción en Matemática Computacional), está de acuerdo con la dirección estratégica antes mencionada.

El Asunto Crítico 8 del Plan es ACRECENTAR LA ACTIVIDAD CREATIVA E INVESTIGATIVA. El desarrollo de la investigación científica es de primordial importancia en el programa propuesto. Los objetivos relacionados con la investigación científica del programa propuesto apoyan todas las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico que a continuación se mencionan.

- Propiciar las condiciones y ambiente institucional necesarios para fomentar la investigación y acción creativa por medio del fortalecimiento de lo siguiente:
 - Apoyo administrativo y gerencial
 - Instalaciones físicas
 - Equipo y materiales
 - Financiamiento
 - Configuración de las tareas académicas
 - Facilitar el acceso de nuestros investigadores a sus pares en otras instituciones y países
- Estimular la aplicabilidad del nuevo conocimiento, generado por la investigación y el de la actividad creativa, al desarrollo de Puerto Rico y la implantación de nuevas tecnologías.
- Establecer esfuerzos colaborativos con otras instituciones universitarias, la industria, el comercio y el gobierno en y fuera de Puerto Rico.
- Estimular la actividad investigativa en el ejercicio de todas las profesiones.
- Procurar fuentes adicionales de fondos externos.

El Asunto Crítico 9 del Plan es FORTALECER LOS OFRECIMIENTOS GRADUADOS. El programa que se propone es innovador por su naturaleza multidisciplinaria, por la colaboración que se establece entre los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y el de Matemáticas y por su potencialidad para colaboración interrecintos. Este programa definitivamente fortalece los ofrecimientos graduados en el área de la información y la computación y está de acuerdo con todas las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico que a continuación se mencionan.

- Fortalecer la investigación en los ofrecimientos académicos graduados.
- Desarrollar programas innovadores atemperados a las necesidades de la sociedad y al desarrollo de los saberes.
- Fomentar y facilitar esfuerzos de investigación inter e intra disciplinarios a nivel de Sistema y con otras universidades en y fuera de Puerto Rico.

El Asunto Crítico 11 del Plan es DESTACAR Y PROMOVER LA PRESENCIA, PARTICIPACIÓN Y CONTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD EN LOS PROCESOS SOCIALES EN Y FUERA DE PUERTO RICO. Todas las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico que a continuación se mencionan guardan una estrecha relación con los objetivos del programa propuesto.

- Identificar áreas específicas de necesidad en las comunidades y fomentar el quehacer universitario en la búsqueda de posibles alternativas para su solución.
- Dar a conocer a la sociedad las aportaciones de cada sector y unidad de la Universidad.
- Promover una imagen de excelencia en todo el quehacer de la Universidad de Puerto Rico, producto del compromiso de todos sus integrantes.
- Promover la investigación y el asesoramiento colaborativo en asuntos sobre la calidad de vida, la educación, la salud, la seguridad pública, el ambiente, el servicio público y el desarrollo económico de Puerto Rico para hacernos más competitivo en el ámbito internacional.

4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS

4.1 En el Recinto Universitario de Mayagüez

El programa doctoral que se propone está directamente relacionado con los programas de maestría en Ingeniería de Computadoras y de Matemáticas (Opción de Matemática Computacional) del RUM. Estos dos programas de maestría servirán como vehículos de entrada al programa doctoral ya que se requerirá un grado de maestría en un campo de las ciencias e ingeniería de la información o de la computación para entrar a este programa. La mayoría de los cursos que actualmente se ofrecen en estos dos programas forman parte de los cursos de las dos Especialidades que se ofrecerán en el programa doctoral. Los/las egresados/as cualificados/as de estos dos programas de maestría podrán ser admitidos al nuevo programa sin deficiencias. Los/las estudiantes con bachillerato que interesen ingresar al programa doctoral deberán solicitar admisión y completar una de las dos maestrías antes mencionadas.

El programa propuesto esta relacionado con el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica (Opción de Electrónica y Opción de Comunicaciones). Algunos de los cursos de esta maestría forman parte de los cursos de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras del programa que se propone. Los/las estudiantes o egresados/as cualificados/as de este programa de maestría podrán ser admitidos al nuevo programa con deficiencias menores.

El programa propuesto está relacionado con los programas de bachillerato de Ingeniería de Computadoras y de Matemáticas (Opción en Computadoras) del RUM. Estos dos programas enfocan en áreas de ciencias e ingeniería de la información y de la computación a nivel subgraduado por lo que son sumamente compatible con el programa propuesto. Por eso, algunos cursos electivos avanzados de estos programas forman parte de los cursos de las Especialidades del programa doctoral que se propone. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de estos programas de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/las egresados/as cualificados/as de estos dos programas pueden ser admitidos, prácticamente sin deficiencias, a uno de los programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral (Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Ciencias en Computación Científica). Una vez completen una de estas maestrías los/las egresados/as podrían solicitar admisión al programa doctoral que se propone.

El programa de Ingeniería Eléctrica (opciones de comunicaciones y de electrónica) y el de Sistemas de Información Computarizada de el Colegio de Administración de Empresas del RUM enfocan en temas de ciencias de la información y la computación y por tal razón guardan una relación estrecha con el programa propuesto. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de estos programas de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/Las egresados/as cualificados/as de estos programas podrían ser admitidos al programa de maestría en Ingeniería de Computadoras con algunas deficiencias. Una vez completen esta maestría los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

Ningún otro programa en el Recinto está directamente relacionado con el nuevo programa. Sin embargo, egresados cualificados de otros programas no relacionados podrían tener la oportunidad de hacer estudios doctorales en ciencias e ingeniería de la información y la computación si remueven las deficiencias establecidas para entrar a uno de los programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral.

4.2 En Otras Unidades del Sistema Universitario de la U.P.R.

El programa que se propone será el único programa doctoral en su clase que se ofrezca en el sistema de la UPR. Sin embargo, existen programas de maestría y de bachillerato cuyas áreas de estudios están íntimamente ligadas a las áreas de estudio del programa propuesto. El nuevo programa provee una oportunidad a los/las estudiantes cualificados de estos programas de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral.

Este nuevo programa guarda relación con el programa de Maestría de Matemáticas del Recinto Universitario de Río Piedras. El programa propuesto proveerá una oportunidad para continuar estudios doctorales a los/las estudiantes del programa de Maestría de Matemáticas que se concentren en las áreas de matemática computacional. Los/las egresados/as cualificados/as de este programa de maestría podrán ser admitidos al nuevo programa con deficiencias menores.

El programa propuesto está relacionado con los programas de bachillerato de Ciencias de Computadoras del Recinto de Río Piedras, Ciencias de Computadoras del Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón y Matemáticas Computacionales del Colegio Universitario de Humacao. Estos programas enfocan áreas de ciencias de la información y de la computación a nivel subgraduado por lo que son sumamente compatibles con el programa propuesto. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de estos programas de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/las egresados/as cualificados/as de estos programas pueden ser admitidos, prácticamente sin deficiencias, a los dos programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral (Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Matemáticas). Una vez completen una de estas maestrías los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

La Concentración en Sistemas Computarizados de Información del programa de Bachillerato en Administración de Empresas del Recinto de Río Piedras enfoca en temas de ciencias de la información y la computación y por tal razón guarda una relación estrecha con el programa propuesto. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de este programa de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/Las egresados/as cualificados/as de este programa podrían ser admitidos a los programas de maestría en Ingeniería de Computadoras o de Matemáticas (Opción de Matemática Computacional) con algunas deficiencias. Una vez completen una de estas maestrías los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

El programa propuesto no guarda relación directa con ningún otro programa graduado o subgraduado del sistema universitario de la Universidad de Puerto Rico. Sin embargo, en algunos

departamentos se ofrecen opciones en computadoras a nivel de bachillerato, por lo que el nuevo programa puede proveer la oportunidad a algunos de sus egresados para eventualmente realizar estudios doctorales. Los/las egresados/as cualificados/as de estos programas podrían ser admitidos, con algunas deficiencias, a uno de los dos programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral (Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Matemáticas). Una vez que completen una de estas maestrías los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

4.3 En Otras Instituciones del País

El programa que se propone será el único programa doctoral en su clase que se ofrezca en Puerto Rico. Sin embargo, existen programas de maestría y de bachillerato en otras instituciones universitarias del país que se relacionan a este. El nuevo programa provee la oportunidad a los/las estudiantes cualificados/as de estos programas de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral en el campo de las ciencias e ingeniería de la información y la computación.

El programa propuesto guarda relación con los programas de Maestría en Computación Educativa y Maestría en Ciencias de Computación en Sistemas Abiertos de Información y con el programa de Certificado Profesional en Tecnología y Administración de Bases de Datos de la Universidad Interamericana. Además, el programa propuesto guarda relación con el programa de Maestría en Administración de Empresas - Especialidad en Gerencias de Sistemas de Información de la Universidad del Sagrado Corazón. Varios de los cursos graduados que se ofrecen en estos programas se enfocan en temas en ciencias de la información y la computación. Sin embargo, al presente no se tienen elementos de juicio para determinar si estos cursos están al nivel de profundidad que requiere el programa aquí propuesto. Por tal razón el Comité Graduado Doctoral evaluará las solicitudes de admisión de egresados/as de estos programas y determinará si pueden ser admitidos directamente al programa doctoral o si deben completar una de las maestrías de RUM que servirán de vehículo de entrada al programa.

El programa propuesto está relacionado con el programa de bachillerato en Ciencias de Cómputos de la Universidad Metropolitana. Este programa se enfoca en áreas de ciencias de la información y de la computación a nivel subgraduado por lo que está directamente relacionado con el programa propuesto. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de este programa de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/las egresados/as cualificados/as de este programa pueden ser admitidos, con algunas deficiencias, a los dos programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral (Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Matemáticas). Una vez completada una de estas maestrías los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

El programa propuesto está relacionado con el programa de bachillerato en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica. Este programa se enfoca en áreas de ciencias e ingeniería de la información y de la computación a nivel subgraduado por lo que está directamente relacionado con el programa propuesto. El nuevo programa le brinda la oportunidad a los/las estudiantes de este programa de proseguir estudios graduados conducentes a un grado doctoral. Los/las egresados/as cualificados/as de este programa pueden ser admitidos, con algunas deficiencias, al programa de Maestría en Ingeniería de Computadoras. Una vez completada esta maestría los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

El programa propuesto no guarda relación directa con ningún otro programa en otros sistemas universitarios del país. Sin embargo, en algunos departamentos se ofrecen opciones en computadoras a nivel de bachillerato, por lo que el nuevo programa puede proveer la oportunidad a algunos de sus egresados/as de eventualmente realizar estudios doctorales. Los/las egresados/as

cualificados/as de estos programas podrían ser admitidos, con algunas deficiencias, a uno de los dos programas de maestría que servirán de vehículo de entrada al programa doctoral (Maestría en Ingeniería de Computadoras y Maestría en Matemáticas). Una vez completada una de estas maestrías los/las egresados/as que tengan las cualificaciones necesarias podrían ser admitidos al programa doctoral que se propone.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

5.1 Filosofía, Metas y Objetivos Específicos del Programa

El avance científico y tecnológico de las últimas décadas ha puesto al profesional de las Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación en un sitio clave dentro de la empresa, la investigación científica y tecnológica y la calidad de servicios. El procesamiento de la información se ha constituido en un acto trascendental en el desarrollo de las naciones y con ello, los profesionales de la Información y la Computación, se han transformado en auténticos líderes en el progreso de los pueblos. Bajo el impulso de estos cambios, el profesional de la Información y la Computación ha dejado de ser un ente meramente técnico para convertirse en un gestor de proyectos de alta complejidad científica, tecnológica y social, generalmente dotados de un marcado carácter interdisciplinario.

Consecuentemente, este programa concibe las Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación como un ente interdisciplinario con aspectos científicos y tecnológicos estrechamente interrelacionados. Su filosofía esencial persigue la concertación de estos aspectos con el objeto de acelerar el avance de las CIIC y su aplicabilidad en diversas áreas de las ciencias, la ingeniería, la industria, el gobierno, la educación, la medicina y la sociedad en general. El programa tiene como meta la formación de un profesional creativo y crítico, dotado de una visión general y una profundidad de conocimientos suficientes para el continuo cultivo de esta disciplina y sus aplicaciones al más alto nivel de excelencia. Sin perjuicio de su carácter interdisciplinario y con el objeto de atender ciertas áreas de reconocido impacto actual, el programa ofrece dos especialidades:

Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras – El enfoque de esta especialidad es el análisis, diseño y desarrollo de software, sistemas digitales y de la información. Entre las áreas específicas que conforman esta especialidad se encuentran el análisis y diseño de algoritmos, lenguajes de programación, programación de sistemas, ingeniería de software, interacción humano-computadora e inteligencia artificial, computación masiva; rendimiento computacional y confiabilidad; almacenamiento, representación, transmisión y entendimiento de la información.

Especialidad de Computación Científica - El enfoque de esta especialidad es el uso de computación de alto rendimiento para la solución de problemas en ciencias e ingeniería mediante métodos matemáticos. La computación científica comprende temas como análisis numérico, optimización numérica, métodos numéricos y simbólicos, simulación y programación científica de alto rendimiento.

El Programa propuesto pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir de centro de educación e investigación al más alto nivel en ciencias e ingeniería de la información y la computación en Puerto Rico.
- Contribuir a la reorganización y generación de políticas de desarrollo de la infraestructura computacional del país preparando profesionales al más alto nivel.

- Preparar profesionales al más alto nivel capaces de contribuir al desarrollo social y económico.
- Proveer profesionales capaces de contribuir a la educación e investigación en ciencias e ingeniería de la información y la computación.
- Proveer profesionales capaces de generar iniciativas de investigación y desarrollo en ámbitos industriales.
- Proveer profesionales capaces de integrarse activamente a equipos interdisciplinarios de investigación científica y tecnológica.

5.2 Perfil del Egresado

5.2.1 Perfil General

Entre los rasgos generales del perfil profesional del egresado en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación se destacan:

- 1) capacidad para realizar investigación de carácter interdisciplinario en áreas tales como ciencia de la computación, sistemas digitales y procesamiento de la información, ingeniería de software, computación científica, matemática computacional, interacción humano-computadoras y sistemas de información;
- 2) conocimientos vastos en una de las áreas del campo de las ciencias e ingeniería de la información y la computación tales como ciencias e ingeniería de software, computación científica y sistemas digitales y procesamiento de la información;
- 3) conocimientos vastos en ciencias e ingeniería de la información y la computación que le permitan contribuir al mejoramiento del ambiente académico de instituciones de educación superior;
- 4) habilidad de comunicación oral y escrita. Capacidad de formular claramente sus objetivos a corto, mediano y largo plazo y de hacer sus ideas y resultados comprensibles para sus compañeros/as de trabajo;
- 5) capacidad de aprender de sus experiencias y trabajo en equipo;
- 6) consciencia del impacto de su trabajo en la calidad de vida de la sociedad, incluyendo un claro entendimiento y respeto por los asuntos legales, éticos, sociales y culturales pertinentes a la práctica de su profesión.

El primer rasgo del perfil profesional se desarrolla en los cursos de Seminario Doctoral y Temas Avanzados descritos en la sección 5.3.2, los cursos electivos requeridos fuera de la Especialidad (ver sección 5.3.1) y la disertación doctoral. El segundo rasgo se desarrolla en el aprovechamiento académico que se adquiere al aprobar los cursos electivos requeridos en cada Especialidad del programa propuesto. El tercer rasgo se desarrolla en el aprovechamiento académico que se adquiere al aprobar el mínimo de 57 créditos que se requieren para obtener el grado. El cuarto rasgo se desarrolla en el curso de Seminario Doctoral y la preparación y defensa de la tesis doctoral. El quinto rasgo se desarrolla en el estudio individual que requiere la elaboración de una tesis doctoral y el trabajo en equipo que se requiere para desarrollar los proyectos que forman parte de muchos de los cursos electivos del programa que se propone. Finalmente, el sexto rasgo se desarrolla en el seminario doctoral (ver sección 7.5) y el requisito de que se incluya un capítulo en

la disertación doctoral sobre el impacto de la investigación realizada en la calidad de vida de la sociedad (ver sección 7.8).

Cada especialidad tiene el propósito de desarrollar un perfil particular. A continuación se describen los rasgos del perfil del egresado de las diferentes especialidades.

5.2.2 Perfil del Estudiante de Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Dentro de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras los/las estudiantes se podrán concentrar en el área de software o en el área de sistemas digitales y procesamiento de la información.

Entre los rasgos principales del perfil del estudiante que se concentre en software se encuentran:

- capacidad para integrar materias como bases de datos, programación de sistemas, computación a gran escala, interacción humano-computadoras e ingeniería de usabilidad en el diseño de proyectos novedosos de software,
- conocimiento amplio de lenguajes, sistemas operativos y ambientes de programación y otras herramientas para el diseño y desarrollo de proyectos novedosos de software,
- conocimiento de metodologías para el desarrollo de software a gran escala.

El primer rasgo se desarrolla en los cursos electivos de la Especialidad. El segundo y tercer rasgo se desarrolla en los proyectos de diseño de software que serán asignados en los diferentes cursos electivos de la Especialidad.

Entre los rasgos principales del perfil del estudiante que se concentre en sistemas digitales y procesamiento de la información se encuentran:

- competencia en el análisis y diseño de sistemas digitales a gran escala,
- competencia en el manejo de la información a gran escala en áreas como almacenamiento, representación, transmisión y entendimiento,
- competencia en el desarrollo de métodos científicos, teóricos y experimentales, para el estudio de la información,
- competencia en el desarrollo de métodos científicos, teóricos y experimentales para el análisis y diseño de sistemas digitales.

El primer y segundo rasgo del perfil profesional de especialidad se desarrolla en los cursos electivos de la especialidad. El tercero y cuarto rasgo se desarrolla en una combinación de los proyectos de los cursos, seminarios, estudios individuales, temas especiales y la tesis.

5.2.3 Perfil del Estudiante de Especialidad de Computación Científica

Entre los rasgos principales del perfil del estudiante de la Especialidad de Computación Científica se encuentran:

- conocimiento amplio de métodos matemáticos para computación científica junto con las herramientas matemáticas necesarias para su análisis y modificación,

- conocimiento amplio de los sistemas de computación científica, incluyendo los aspectos de arquitectura de supercomputadoras, modelos de computación distribuida y en paralelo, lenguajes de programación de alto rendimiento,
- experiencia en al menos una aplicación o algún área de las ciencias o la ingeniería, demostrada a través de la realización de un proyecto.

El primer rasgo del perfil profesional se desarrolla en cursos en matemática aplicada y cursos en métodos numéricos tales como Análisis Numérico Matemático o Álgebra Lineal Numérica. El segundo rasgo del perfil profesional se desarrolla en cursos medulares y cursos especiales como Computación Científica de Alto Rendimiento. El tercer rasgo del perfil profesional es mayormente resultado de cursos electivos fuera de la especialidad, seminarios y la disertación doctoral.

5.3 Componentes del Programa

5.3.1 Distribución de los Cursos por Areas de Educación

El programa graduado comenzará en el Recinto Universitario de Mayagüez con dos Especialidades: *Ciencias e Ingeniería de Computadoras* y *Computación Científica*. A continuación se indican los requisitos de cursos necesarios para obtener el grado doctoral.

Se requiere que los/las estudiantes aprueben un mínimo de 57 créditos distribuidos de la siguiente manera:

9 créditos en cursos medulares

12 créditos en cursos electivos dentro de la Especialidad de concentración

6 créditos en cursos Temas Avanzados.

9 créditos en cursos electivos fuera de la Especialidad (un mínimo de 6 créditos deben ser tomados en cursos de otras Especialidades del programa que se propone)

3 créditos en seminarios doctorales

18 créditos en disertación doctoral

No más de 9 créditos en cursos subgraduados avanzados (nivel 5000) pueden ser utilizados para completar los requisitos de cursos de grado doctoral.

En la Figura 5.1 se presenta la organización de los cursos graduados por área de Especialidad.

Cursos Medulares
<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de Computación • Análisis de Algoritmos • Ingeniería de Programas Avanzada

Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras	Especialidad de Computación Científica
<ul style="list-style-type: none"> • Computación en Paralelo • Sistemas Operativos • Interacción Humano-Computadora • Diseño y Programación de Interfaces Gráficas • Ingeniería de Usabilidad • Diseño de Programas Orientados a Objetos • Inteligencia Artificial • Inteligencia Artificial Avanzada: Técnicas y Aplicaciones • Sistemas Expertos • Diseño de Sistemas de Bases de Datos • Sistemas de Bases de Datos • Sistemas Operativos Distribuidos ▪ Sistemas de Comunicaciones: Procesamiento de Señales ▪ Procesamiento Digital de Señales ▪ Computación Optoelectrónica ▪ Algoritmos Avanzados de Procesamiento Digital de Señales ▪ Procesamiento Digital de Imágenes ▪ Visión por Computadoras ▪ Introducción a Sensores Remotos ▪ Arquitectura de Sistema de Computadoras ▪ Computadoras de Alto Rendimiento • Diseño de Sistemas VLSI • Temas en Ingeniería de Computadoras • Estudios Independientes en Ingeniería de Computadoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Computación Científica de Alto Rendimiento • Visualización Científica • Algebra Lineal Numérica • Optimización Numérica • Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales • Análisis Numérico Matemático • Simulación Estocástica • Teoría de Probabilidad • Métodos Estadísticos • Regresión Aplicada • Teoría de Estadística I • Computarización Estadística • Análisis de Datos Avanzado • Temas de Ciencias de Computación • Temas de Análisis Numérico • Temas Especiales Relacionados con Ecuaciones en Derivadas Parciales • Temas de Lógica Matemática • Temas de Análisis • Temas de Algebra • Temas de Estadística

Otros
Disertación Doctoral Seminario Doctoral en CIIC Temas Avanzados en CIIC Estudios Independientes en CIIC

Figura 5.1 Organización de los Cursos Graduados por Area de Estudio

5.3.2 Descripción de los Cursos

A continuación se presentan las descripciones de los cursos graduados que formarán parte del programa en Ciencias e Ingeniería de Computación y de la Información. En el Apéndice A se presentan los prontuarios de todos los cursos.

Cursos Comunes Existentes

Análisis de Algoritmos (CIIC 6AAA/COMP 6785) - Análisis de algoritmos: algoritmos sobre gráficas, algoritmos para problemas clásicos en el álgebra lineal. Aritmética de números enteros y de polinomios, complejidad y tiempo de resolución NP.

Ingeniería de Programas Avanzada (CIIC 6BBB/INEL 6205) - Práctica y técnicas para el diseño de programas. Estudio de las representaciones de diseño y comparación de los métodos de diseño. Metodología "CASE" (Computer Aided Software Engineering) para el desarrollo de programas.

Cursos Nuevos Comunes

Fundamentos de Computación (CIIC 6CCC) - Conceptos y definiciones formales de problemas solubles por algoritmos. Clasificación de problemas por su computabilidad en términos del tiempo y espacio requerido para su solución.

Seminario Doctoral en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación (CIIC 8EEE) - Estudio y divulgación de temas de investigación de actualidad en áreas de ciencias e ingeniería de la información y la computación.

Temas Avanzados en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación (CIIC 8FFF) - Estudio de temas avanzados en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación.

Disertación Doctoral (CIIC 9GGG) - Trabajo de investigación cuyo objetivo es realizar una contribución significativa y original en áreas de Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación.

Estudios Independientes en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación (CIIC 8HHH) - Estudios individuales en el área de Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación.

Cursos Existentes de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Computación en Paralelo (COMP 5055) - Este curso estudia los modelos de Computación en paralelo y su uso en una serie de situaciones de relevancia para ciencias e Ingeniería. Temas: Modelos de Computación en Paralelo, Análisis de Rendimiento. Lenguajes de Programación en Paralelo. Estudio de Casos.

Inteligencia Artificial (ICOM 5015) - Introducción al campo de la inteligencia artificial: lenguaje Lisp, técnicas de búsqueda de juegos, visión, representación del conocimiento, inferencia y proceso de prueba de teoremas, entendimiento de lenguaje natural.

Ingeniería de Usabilidad (ICOM 6117) - Conceptos fundamentales de ingeniería de usabilidad. Componentes y atributos principales de la usabilidad: facilidad de aprendizaje, eficiencia, facilidad de recordar, reducción de errores y satisfacción. Estudio de técnicas y métodos de evaluación de usabilidad. Diseño y realización de pruebas de usabilidad.

Sistemas Operativos (INEL 5007) - Conceptos de sistemas operativos, multiprogramación, multiprocesamiento, procesamiento por lotes, por tiempo compartido y por tiempo real. Organización y manejo de sistemas de archivo. Estudio de la teoría de colas y el control de flujo de información.

Inteligencia Artificial Avanzada: Técnicas y Aplicaciones (INEL 6087) - Lenguajes especiales de programación y sus sistemas de "software" utilizados por investigadores en el área de inteligencia artificial. Técnicas usadas en la construcción de modelos psicológicos. Métodos matemáticos para el diseño de robots. Aplicaciones tales como procesamiento de lenguaje, visión por computadora, robótica, procesamiento de texto, planificación y sistemas expertos.

Diseño de Programados Orientados a Objetos (INEL 6089) - Conceptos fundamentales de la programación orientada a objetos y estudio de varios lenguajes orientados a objetos. Diseño y desarrollo de programas basados en objetos. Realización de lenguajes y arquitecturas basadas en objetos.

Interacción Humano-Computadora (INEL6095) - Factores humanos y factores de ingeniería de programación para el diseño, realización y evaluación de la interfaz de sistemas de computación.

Sistemas Expertos (INEL 6215) - El estudio de la historia y base de los Sistemas Expertos y su uso en el análisis y solución de problemas.

Procesamiento Digital de Señales (INEL 5309) - Clasificación de señales, transformada Z y transformada de Fourier discreta; representación de filtros y sistemas digitales usando matrices; diseño de filtros digitales; Algoritmos para la transformada de Fourier discreta.

Sistemas de Comunicaciones: Procesamiento de Señales (INEL5326) - Simulación y diseño en bloques de sistemas de comunicaciones. Proyectos de diseño que incluyen: Especificación, Evaluación y selección de alternativas e implementación. Trabajo de laboratorio y uso de computadora e informes escritos requeridos.

Introducción a Sensores Remotos (INEL6007)- Historia, principios y aplicaciones de sensores remotos, radiación electromagnética, fotografía aérea; Interpretación de imágenes; sistemas de satélite para observación de terrenos; resolución de imágenes; pre-procesamiento y clasificación de imágenes; sistemas de información geográfica.

Arquitectura de Sistema de Computadoras (INEL 6009) - Fundamentos de la arquitectura y organización de computadoras. Conceptos de lenguaje de alto nivel. Apoyo arquitectural al proceso de compilación y a los sistemas operativos.

Algoritmos Avanzados de Procesamiento Digital de Señales (INEL 6050) - Fundamentos teóricos, algoritmos para la transformada discreta de Fourier, algoritmos para convoluciones rápidas, técnicas multidimensionales, computaciones rápidas de filtrado, arquitecturas de filtros y transformadas, algoritmos rápidos en VLSI. Estudio de aplicaciones en códigos para controlar errores de transmisión, procesamiento de señales de Sonar, Radar, el habla, imágenes, y otras áreas de ingeniería. Estudio de implementaciones en programados en arquitecturas vectoriales y paralelas. Algoritmos y la computación simbólica.

Diseño de Sistemas VLSI (INEL 6080) - Circuitos y elementos MOS (metal-oxide-semiconductor). Diseño, realización y fabricación de sistemas integrados a muy alta escala (VLSI). Análisis de sincronización del sistema. La implementación física de varios sistemas computacionales.

Visión por Computadoras (INEL 6088) - Introducción a la visión por computadoras. Sistemas para la visión por computadoras. Sistema de la visión biológica y el procesamiento biológico de señales. Procesamiento de los atributos primarios de una imagen; detección de contornos; crecimiento de regiones; análisis de texturas y formas.

Temas en Ingeniería de Computadoras (ICOM 6115) - Desarrollo de temas avanzados de interés académico e investigativo en ingeniería de computadoras.

Computadoras de Alto Rendimiento (6207) - Estudio de aspectos de la arquitectura y organización de procesadores que resultan en alto rendimiento. Estudio de computadoras y sistemas contemporáneos de alto rendimiento. Discusión de tendencias futuras en el diseño de computadoras.

Procesamiento Digital de Imágenes (6209) - Representación de imágenes. Compresión de imágenes. Mejoramiento de imágenes mediante filtrado y remoción de degradaciones presentes. Transformación de imágenes; modelos de imágenes; restauración de imágenes.

Estudios Independientes en Ingeniería de Computadoras (ICOM 6995) - Estudio individual de temas avanzados de interés académico e investigativo en ingeniería de computadoras.

Cursos Nuevos de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Sistemas de Bases de Datos (ICOM5AAA) - Arquitectura de sistemas de bases de datos. Diseño de bases de datos. Modelos conceptuales y representacionales. Modelo E-R y modelo relacional. Álgebra y cálculo relacional. El lenguaje SQL. Dependencias funcionales y normalización. Diseño y realización de aplicaciones usando sistemas de bases de datos.

Diseño y Programación de Interfaces Gráficas (ICOM 6BBB) - Diseño e implantación de interfaces gráficas con énfasis en los aspectos de comportamiento y construcción de programas interactivos. Se discutirá la metodología para el desarrollo de GUIs, las herramientas usadas para el proceso, y el uso del producto final. Sondeo breve del campo de investigación "User Interface Management Systems".

Diseño de Sistemas de Bases de Datos (ICOM 6CCC) - Temas de diseño e implementación de sistemas de bases de datos. Arquitecturas de bases de datos y modelos conceptuales, incluyendo un estudio comparativo de sistemas jerárquicos, red, relacionales y orientados a objetos. Técnicas de almacenaje, índices, procesamiento y optimización de preguntas, procesamiento de transacciones, tolerancia a fallas y recuperación de accidentes. Diseño y realización de un prototipo de administrador de bases de datos.

Sistemas Operativos Distribuidos (ICOM6EEE) - Temas avanzados de sistemas operativos, con énfasis en sistemas distribuidos. Arquitecturas de sistemas operativos, incluyendo los sistemas convencionales, de archivos en red, distribuidos y autónomos-cooperativos. Temas de diseño, programación concurrente, modelos cliente/servidor, sincronización, comunicación entre procesos distribuidos, planificación automatizada de agendas y recursos en procesos, archivos y memoria distribuidos/compartidos y seguridad.

Computación Optoelectrónica (ICOM 6DDD) - Estudio de los conceptos y aspectos tecnológicos de sistemas de computación optoelectrónica. Arquitecturas de procesamiento en paralelo. Dispositivos optoelectrónicos. Estructura de interconexiones mediante guías de onda y espacio libre. Caracterización de interconexiones eléctricas y ópticas. Sistemas optoelectrónicos para procesamiento en paralelo. Estudio de casos y tendencias futuras.

Cursos Existentes de la Especialidad de Computación Científica

Análisis Numérico Matemático (MATE 6672) - Este curso incluye el estudio de los métodos matemáticos de computación aplicables a las computadoras digitales automáticas, selección y uso de tablas, diferencias finitas, raíces de ecuaciones, diferenciación e integración numéricas, ajuste de curvas, cuadrados mínimos y análisis armónico.

Simulación Estocástica (ESMA 5015) – Métodos básicos de simulación, modelaje de sistemas complejos, lenguajes de simulación, generación de números aleatorios, validez de modelos, análisis de resultados, técnicas de reducción de varianza y diseño de experimentos.

Teoría de Probabilidad (ESMA 6600) – Espacios muestrales y eventos, probabilidad condicional e independencia, variables aleatorias discretas y continuas, valor esperado de una variable aleatoria, distribuciones de funciones de variables aleatorias, funciones generatrices de momentos y teoremas de límite.

Métodos Estadísticos (ESMA 6305) – Poblaciones y muestras, distribuciones de probabilidad, distribuciones muestrales, inferencia estadística, regresión y correlación lineal, análisis de varianza y covarianza, y regresión múltiple. Uso de un paquete de programas estadísticos.

Regresión Aplicada (ESMA 6205) – Regresión lineal simple, regresión lineal múltiple, métodos de regresión robusta y análisis de residuales. Problemas y sus medidas remediales en el diseño de modelos de regresión. Selección de variables independientes. Regresión no-lineal.

Teoría de Estadística I (ESMA 6661) – Distribuciones de muestreo, estimación puntual y por intervalos, propiedades óptimas de estimadores, pruebas de hipótesis simples y compuestas, pruebas de razón de verosimilitud, pruebas de bondad de ajuste y análisis de tablas de contingencia.

Computarización Estadística (ESMA 6665) – Técnicas de análisis exploratorio de datos; aproximación de probabilidades; computación de matrices aplicada a la regresión lineal, métodos de computarización para optimización, regresión no lineal y análisis multivariado.

Temas de Ciencias de Computación (COMP 6838) – Temas escogidos de Ciencia de Computación.

Temas de Análisis Numérico (MATE 6679) – Temas escogidos de Análisis Numérico.

Temas Especiales Relacionados con Ecuaciones en Derivadas Parciales (MATE 6678)
- Resolución de problemas de valores en el contorno mediante el uso de transformaciones definidas en términos integrales, tales como la de Laplace, Fourier, Mellin, etc.; introducción a las ecuaciones que comprenden integrales y derivadas.

Temas de Lógica Matemática (MATE 6631-6632) – El contenido de este curso variará de acuerdo con las necesidades existentes y los proyectos de la facultad. En cualquier semestre dado, el curso podrá desarrollarse alrededor de uno de los temas siguientes: teoría de los sistemas formales, teoría axiomática de los conjuntos, teoría de los modelos, teoría de computabilidad y decidibilidad, teoría de autómatas finitos, lingüística matemática y otros.

Temas de Análisis (MATE 6627-6628) - El contenido de este curso variará de acuerdo al interés y la demanda. En cualquier semestre el curso podría tratar uno de los siguientes temas: análisis funcional, análisis armónico, teoría de álgebras normadas completas, teoría de álgebras uniformes, ecuaciones integrales, teoría espectral de operadores diferenciales de la física, tópicos avanzados en ecuaciones diferenciales ordinarias y otros tópicos análogos.

Temas de Álgebra (MATE 6693-6694) - Incluye temas relacionados con el álgebra. El contenido del curso variará de acuerdo con las necesidades existentes, los proyectos de la facultad y el tiempo disponible.

Temas de Estadística (ESMA 6835-6836) - Temas escogidos de estadística teórica y aplicada. El contenido variará de acuerdo los intereses de los estudiantes y de los profesores.

Cursos Nuevos de la Especialidad de Computación Científica

Computación Científica de Alto Rendimiento (COMP 6CAR) – Conceptos y metodologías para el diseño e implementación de algoritmos de alta eficiencia para problemas científicos y tecnológicos de gran escala. Se incluye temas como modelos de arquitectura en paralelo, computación en paralelo, metodología de diseño de algoritmos en paralelo, herramientas de programación, herramientas para la medición del rendimiento.

Visualización Científica (COMP 6VIC) – Uso de la tecnología gráfica computacional para facilitar la comprensión de fenómenos científicos y tecnológicos representados mediante simulación, computación numérica o medición física.

Álgebra Lineal Numérica (MATE 6ALN) - Herramientas fundamentales en análisis matricial con aplicación en al solución de problemas, así como también en el desarrollo de métodos en otras áreas de estudio tales como optimización y ecuaciones diferenciales. Los temas incluyen: problemas de autovalores y autovectores, métodos numéricos y problemas especiales, descomposición en valores singulares y aplicaciones.

Optimización Numérica (MATE 6OPN) - Métodos modernos de optimización y sus aplicaciones a diversos problemas en ciencias e ingeniería. Los temas incluyen: optimización sobre conjuntos convexos, criterios de optimalidad, métodos de minimización para problemas no lineales, ecuaciones no lineales, métodos de tipo conjugado y problemas con estructuras especiales.

Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales (MATE 6EDP) - Fundamentos del modelaje matemático mediante ecuaciones diferenciales parciales y los métodos numéricos para la solución computacional de las mismas. Convergencia y estabilidad de distintos esquemas de diferencia finita o elementos finitos para varios tipos de ecuaciones diferenciales parciales.

Análisis de Datos Avanzado (ESMA 8ADT) - Métodos estadísticos avanzados útiles en simulación o formulación de modelos matemáticos. Los temas incluyen: estimación de densidad, regresión no paramétrica, clasificación y conglomerados, modelos lineales generalizados y análisis Bayesiano de datos.

5.3.3 Modelo del Programa Propuesto

A continuación se presenta un modelo del programa para cada uno de las dos Especialidades del programa doctoral. Estos modelos están de acuerdo con la distribución de cursos mencionados en la sección 5.3.1 y el plan de ofrecimiento de cursos graduados presentado en el Apéndice B.

Modelo para la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Primer semestre:	Ingeniería de Programas Avanzada Análisis de Algoritmos Interacción Humano-Computadora
Segundo semestre:	Fundamentos de Computación Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras Ingeniería de Usabilidad
Tercer semestre:	Diseño de Programados Orientado a Objetos Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras
Cuarto semestre:	Diseño y Programación de Interfaces Gráficas Temas Avanzados Disertación Doctoral (3 créditos)
Quinto semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos)
Sexto semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos) Temas Avanzados
Séptimo Semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos)
Octavo Semestre:	Disertación Doctoral (6 créditos)

Modelo para la Especialidad de Computación Científica

Primer semestre:	Ingeniería de Programas Avanzada Análisis de Algoritmos Algebra Lineal Numérica
Segundo semestre:	Fundamentos de Computación Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Computación Científica Optimización Numérica
Tercer semestre:	Visualización Científica Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Computación Científica Curso de tres créditos graduados fuera de la Especialidad de Computación Científica
Cuarto semestre:	Computación Científica de Alto Rendimiento Temas Avanzados Disertación Doctoral (3 créditos)
Quinto semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos)
Sexto semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos) Temas Avanzados
Séptimo Semestre:	Seminario Doctoral (1 crédito) Disertación Doctoral (3 créditos)
Octavo Semestre:	Disertación Doctoral (6 créditos)

5.3.4 Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales

La metodología educativa en el programa académico en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación estará dirigida a cumplir con los objetivos educativos del programa. En este programa se persigue específicamente el desarrollo profundo del pensamiento crítico y la integración de las técnicas de trabajo en equipo para resolver problemas complejos, tomando en cuenta todos los aspectos asociados al mismo. Las estrategias educativas utilizadas para enseñar los cursos serán diversas. Se utilizarán, entre otras, las técnicas de conferencia efectiva, trabajo independiente, aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo e investigación. Las capacidades de trabajo individual se desarrollarán mediante asignaciones y la preparación de artículos técnicos en algunos cursos. Las capacidades de trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo serán incentivadas y evaluadas a través de proyectos que demanden diseños complejos y la efectiva colaboración de varios estudiantes en la obtención de una solución común. Mediante seminarios se adiestrará a los/las estudiantes a realizar trabajo independiente e investigación y a realizar presentaciones técnicas efectivas. Mediante la preparación de una tesis los/las estudiantes desarrollarán la capacidad para realizar investigación de envergadura y la divulgación efectiva de la misma.

5.3.5 Catálogo y Promoción

La descripción del programa según se indica en la sección 5.3.1 y la descripción de los cursos que se indican en la sección 5.3.2 se incluirán en el catálogo de ofrecimientos académicos del Recinto Universitario de Mayagüez. Una vez aprobado el programa se preparará un boletín informativo para promocionar el mismo.

6. ADMISIÓN Y MATRÍCULA

6.1 Requisitos de Admisión

La admisión de cualquier solicitante al programa dependerá de su preparación académica y motivación. Las personas calificadas con una maestría de un programa competente y reconocido en áreas como ingeniería de computadoras, computación científica, ciencia de la computación, matemática computacional o sistemas de información podrán ser admitidos directamente al programa. El Comité Graduado del programa doctoral evaluará las calificaciones de los/las solicitantes y la competencia y reconocimiento de los programas de donde estos/as son egresados/as para determinar si son admitidos/as directamente al programa doctoral.

Las personas con otros tipos de maestría o con un bachillerato en ciencias o artes tales como, pero no limitado a ciencias de computadoras, ingeniería, matemáticas, sistemas de información, física, química, biología, ciencias sociales o humanidades, deberán solicitar admisión al programa de Maestría en Ingeniería de Computadoras o el programa de Maestría en Matemáticas (Opción en Matemática Computacional). En el futuro se espera que esta última sea sustituida por el programa de Maestría en Computación Científica. Actualmente el Departamento de Matemáticas ha sometido una propuesta para este programa. También en el futuro se contempla el establecimiento de un programa de maestría en Ciencias de la Computación en el RUM la cual también servirá como vehículo de entrada al programa doctoral. Una vez completadas una de estas maestrías los/las egresados/as cualificados podrían ser admitidos al programa doctoral.

Los requisitos generales para ser admitido al programa al igual que los requisitos específicos de cada Especialidad serán establecidos por el Comité Graduado del programa. Estos requisitos estarán de acuerdo con los requisitos de admisión establecidos en las **NORMAS QUE RIGEN LOS ESTUDIOS GRADUADOS EN EL RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGUEZ** (Certificaciones 97-21 y 97-55 del Senado de RUM). Copia de esta certificación se incluye en el Apéndice H.

Las normas a seguir en casos de traslados y transferencias serán las establecidas por la Oficina de Estudios Graduados del RUM. En adición, las personas que soliciten traslado o transferencia deben cumplir con los requisitos de admisión que se establezcan para las diferentes Especialidades del programa.

6.2 Proyección de la Matrícula

Se espera que bajo condiciones normales la mayoría de las personas que se admitan al programa doctoral provengan de los programas de Maestría en Ingeniería de Computadoras y el programa de Maestría en Matemáticas (Opción en Matemática Computacional). Tomando en cuenta la cantidad y calidad de los/las estudiantes de estos dos programas se estima que se admitirán entre 4 y 6 estudiantes de estos programas anualmente. Considerando los ofrecimientos graduados relacionados con el campo de las ciencias y la ingeniería de la información y la computación de otras instituciones y recintos en Puerto Rico, se estima que se puedan admitir entre 2 y 4

estudiantes adicionales anualmente. La proyección de las admisiones anualmente se estima entonces entre 6 y 10 estudiantes.

7. REQUISITOS ACADÉMICOS PARA OTORGAR EL GRADO

Los requisitos académicos para otorgar el grado que se propone se indican en las siguientes secciones.

7.1 Total de Horas-Crédito que se Requieren

Para obtener el grado de Doctor en Filosofía los/las estudiantes deben aprobar un mínimo de 57 créditos distribuidos de la siguiente manera:

9 créditos en cursos medulares

12 créditos en cursos electivos dentro de la Especialidad de concentración

6 créditos en cursos Temas Avanzados.

9 créditos en cursos electivos fuera de la Especialidad (un mínimo de 6 créditos deben ser tomados en cursos de otras Especialidades del programa que se propone)

3 créditos en seminarios

18 créditos en disertación doctoral

No más de 9 créditos en cursos subgraduados avanzados (nivel 5000) pueden ser utilizados para completar los requisitos de cursos de grado doctoral.

7.2 Índices Académicos Mínimos

Para obtener el grado doctoral todo/a estudiante debe aprobar un mínimo de 57 créditos (según se indica en la sección 7.1) con un índice de 3.00 o más.

7.3 Total de Créditos a Aceptarse en Transferencia

El total de créditos a aceptarse en transferencias será determinado por el Comité Graduado del programa. Se podrán transferir hasta un máximo de 40% del total de créditos requeridos para obtener el grado.

7.4 Residencia

El requisito de residencia será el establecido por las Normas que Rigen los Estudios Graduados en el RUM (ver Apéndice H). Las normas vigentes establecen un mínimo de dos semestres para un programa doctoral que requiere maestría como requisito de entrada.

7.5 Seminarios

Los seminarios son una manera de integrar en forma coherente las diferentes áreas de investigación vinculadas al programa. A los/las estudiantes doctorales se les requerirá matricular un crédito del curso Seminario Doctoral en CIIC durante tres semestres distintos. En todo curso de seminario, cada estudiante matriculado seleccionará un tema de investigación sobre el cual realizará una

presentación formal y pública. El tema de investigación seleccionado por el/la estudiante, para cada uno de los tres seminarios, deberá ser aprobado por el/la Presidente(a) del Comité de Estudios del estudiante. Al menos uno de los temas debe ser interdisciplinario.

Se espera que haya un mínimo de doce presentaciones durante el semestre en cada curso de seminario. Para fomentar conciencia en el egresado sobre el impacto de su trabajo de investigación en la calidad de vida de la sociedad, aproximadamente una tercera parte de las presentaciones en cada seminario será sobre asuntos legales, éticos, sociales o culturales pertinentes.

7.6 Examen de Cualificación

A todos(as) los/las estudiantes doctorales se les requerirá tomar un Examen de Cualificación. Este examen servirá para evaluar la competencia del estudiante en el material cubierto en los cursos medulares. Queda a discreción del Comité Graduado del Programa añadir un componente de especialidad si se estima necesario para alguna de las Especialidades. Este examen será preparado por el Comité Graduado del programa. Este comité establecerá la proficiencia requerida para pasar el examen. De acuerdo a las Normas que Rigen los Estudios Graduados en el RUM los/las estudiantes doctorales tendrán dos oportunidades para pasar este examen.

7.7 Examen de Candidatura

Una vez los/las estudiantes aprueban el Examen de Cualificación, estos/as deben preparar una propuesta de investigación la cual deben someter a su Comité de Estudios. Los/Las estudiantes tomarán un Examen de Candidatura donde presentará y defenderá su propuesta de investigación. El Comité de estudios de el/la estudiante determinará si este/a aprueba o no el examen.

7.8 Disertación

El Doctorado en Filosofía se confiere por un aprovechamiento académico distinguido y una contribución original al conocimiento. Todo(a) Candidato(a) Doctoral debe preparar una disertación original que se pueda publicar de un tema de investigación. La disertación debe incluir un capítulo sobre el impacto de la investigación realizada en la calidad de vida de la sociedad, incluyendo un claro entendimiento y respeto por los asuntos legales, sociales y culturales pertinentes a la práctica de su profesión. Luego de completar todos los requisitos del grado el/la estudiante doctoral debe defender su disertación.

7.9 Requisitos de Idioma

Este programa no tiene requisitos de idioma.

7.10 Tiempo Límite Para Completar el Grado

De acuerdo a las Normas que Rigen los Estudios Graduados en el RUM los/las estudiantes de doctorado que entran al programa con maestría deberán completar el grado en un periodo de tiempo no mayor de ocho (8) años.

8. FACULTAD

8.1 Facultad Necesaria Para el Establecimiento del Programa

La facultad disponible para el programa propuesto es muy activa en investigación. En conjunto, durante los últimos 5 años han publicado sobre 180 artículos de investigación en conferencias y

"journals" reconocidos en sus respectivas áreas de investigación (ver Apéndice C). Además han sido muy efectivos en la obtención de fondos externos a la Universidad de Puerto Rico y al Recinto Universitario de Mayagüez siendo autores(as) o co-autores(as) de 15 propuestas de investigación que están aún vigentes (ver Apéndice D).

La facultad de este programa graduado está altamente cualificada. En el Apéndice E se incluye un curriculum vitae de cada profesor/a. En las tablas 8.1 y 8.2 se resumen la preparación de la facultad del programa. Todos/as los/las profesores(as) del programa tienen un nombramiento probatorio o permanente y no tendrán más de dos preparaciones académicas cuando dicten cursos del programa doctoral.

Tabla 8.1 Resumen de Preparación de la Facultad de la Especialidad en Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Nombre	Grado	Universidad	Experiencia Profesional	Curso a Cargo
Javier Arroyo	Ph.D.	University of Florida-Gainsville (1997)	7	ICOM 6CCC, ICOM5AAA, ICOM6EEEE
Dorothy Bollman	Ph.D.	University of Illinois (1964)	34	CIIC6AAA
José A. Borges	Ph.D.	University of Illinois - Champaign (1989)	13	ICOM 6117, INEL 6089
Isidoro Couvertier	Ph.D.	Louisiana State University (1996)	10	ICOM6009, ICOM6207
Gabriele Castellini	Ph.D.	Kansas State University (1986)	14	Temas Avanzados
Wieslaw Dziobiak	Ph.D.	Wroclaw University, Poland (1982)	24	Temas Avanzados
Thomas Noack	Ph.D.	Iowa State University (1963)	35	ICOM5007, ICOM6EEEE
Octavian Nicolou	Ph.D.	Wichita State University (1994)	4	CIIC6BBB
Manuel Pérez	Ph.D.	George Washington University (1996)	13	ICOM6BBB
Pedro Rivera (UPRRP)	Ph.D.	University of Florida-Gainsville (1990)	7	
José L. Cruz	Ph.D.	Georgia Tech. (1996)	2	ICOM6DDD, INEL6207
Javier Echaz	Ph.D.	Georgia Tech. (1995)	5	
Shawn Hunt	Ph.D.	Michigan State University (1992)	6	
Luis O. Jiménez	Ph.D.	Purdue University (1996)	2	INEL6087, INEL6007
Jorge L. Ortiz	Ph.D.	University of Houston, 1984	18	INEL6215
Hamed Parsiani	Ph.D.	Texas A&M (1979)	19	INEL5309, INEL5326
Domingo Rodríguez	Ph.D.	City University of New York (1988)	12	INEL6050, INEL5326
Ramón E. Vásquez	Ph.D.	Louisiana State University (1984)	17	INEL6088, INEL6209
Néstor J. Rodríguez	Ph.D.	University of Wisconsin - Madison (1988)	12	INEL6095, INEL6009

Tabla 8.2 Resumen de Preparación de la Facultad de la Especialidad en Computación Científica

Nombre	Grado	Universidad	Experiencia Profesional (años)	Curso a Cargo
Robert Acar	Ph.D.	University of Wisconsin, Madison (1987)	15	MATE6EDP
Oscar Moreno (UPRRP)	Ph.D.	University of California - Berkeley (1974)	24	
Pablo Negrón (UPRH)	Ph.D.	Ph.D. - University of Maryland (1985)	13	
Michael O'Sullivan	Ph.D.	University of California at Berkeley (1996)	9	Temas Avanzados
Arturo Portnoy	Ph.D.	Renselaer Polytechnic Institute (1997)	3	MATE6678, MATE6672
Avijit Purkayastha	Ph.D.	Northern Illinois University (1993)	5	COMP5055, COMP6CAR
Wolfgang Rolke	Ph.D.	University of Southern California (1991)	13	ESMA6672, ESMA6AD1, ESMA8AD2
Jaime Seguel	Ph.D.	City University of New York (1987)	16	MATE6672, COMP6CAR
Lev Steinberg	Ph.D.	Institute for Mathematics and Mechanics, Almat-Ata, USSR (1988)	23	MATE6627
Pablo Tarazaga	Ph.D.	Universidad Nacional de San Luis (1977)	27	MATE6ALN, MATE6OPN
Miguel Vélez	Ph.D.	M.I.T. (1992)	6	

8.2 Proyecciones de la Facultad Para los Próximos Cinco (5) Años

Para satisfacer la necesidad del programa propuesto, será necesaria la contratación de personal docente adicional durante el transcurso de los primeros cinco años de establecido el programa. En el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadora se deben contratar seis nuevos profesores/as en adición a los/las que se han proyectado en el Plan de Reclutamiento del Departamento. Estos/as profesores/as deben ser contratados en las áreas de mayor necesidad que son ingeniería de software, programación de sistemas, sistemas digitales a gran escala, y comunicación entre computadoras. Estos/as profesores/as deben ser contratados dentro de un periodo de cuatro años a partir del primer año de haber comenzado el programa que se propone.

Durante los primeros cinco años el Departamento de Matemáticas proyecta la contratación de dos profesores/as para la Especialidad de Computación Científica. Estos/as profesores/as se deben contratados/as en las áreas de computación de alto rendimiento y visualización científica o bases de datos científicos. Estos/as profesores/as deben ser contratados dentro de un periodo de cuatro años a partir del primer año de haber comenzado el programa que se propone.

A los/las profesores(as) de nueva contratación se les debe proveer una descarga de investigación de seis créditos y un dinero semilla para iniciar su investigación durante sus primeros dos años. El dinero semilla debe proveer fondos para la adquisición de equipo, viajes y una ayudantía de investigación. En la sección 14 se especifican los fondos necesarios.

8.3 Plan para el Adiestramiento de la Facultad

La facultad del programa no requiere de adiestramiento especial. Sin embargo, se espera que el profesorado continúe manteniéndose al día en su campo asistiendo a conferencias y participando en los diferentes talleres de capacitación en métodos y estrategias de enseñanza efectiva que se ofrecen en el RUM.

9. RECURSOS DEL APRENDIZAJE

9.1 Inventario de Recursos Existentes

Los Colegios de Artes y Ciencias y de Ingeniería tienen a su disposición la Biblioteca General del Recinto Universitario de Mayagüez. Esta biblioteca dispone de una colección de libros que puede servir para comenzar el programa propuesto. La biblioteca también dispone de una colección de publicaciones seriadas, la cual puede servir de apoyo al programa. En el Apéndice G se presenta un informe detallado sobre estos recursos bibliotecarios. Este informe fue preparado por personal de la biblioteca general y personal del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras en colaboración con el departamento de Matemáticas. Hemos determinado, sin embargo que es necesario presentar un plan de mejoramiento bibliotecario con el propósito de asegurar que la biblioteca general provea la ayuda necesaria al estudiantado de este programa durante los próximos cinco años.

Especial atención se le dará a todo el sistema informático con que la biblioteca general dispone para la comunicación dentro del Recinto Universitario de Mayagüez como fuera de este de tal manera que este sistema informático provea al usuario(a) métodos eficientes para el acceso a los repositorios electrónicos con que cuenta dicha biblioteca. Anticipamos que la biblioteca general del Recinto Universitario de Mayagüez se convertirá en un centro de acceso de información digitalizada.

9.2 Plan de Mejoramiento de Recursos Disponibles

A continuación presentamos un plan de cinco años para mejorar la condición actual de la biblioteca con el objetivo de atender los requisitos del programa propuesto por los próximos cinco años. El plan se divide en cuatro partes principales: obtención de libros, obtención de publicaciones seriadas, obtención de materiales audiovisuales, obtención de acceso electrónico a documentación y base de datos.

9.2.1 Obtención de Libros

Al inicio de cada semestre el Departamento de Matemáticas y el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras requerirán de la Biblioteca General información sobre la disponibilidad de fondos para obtener libros. Cada departamento enviará a la Biblioteca General una lista de libros que desea obtener para uso de los estudiantes. La preparación de cada lista será coordinada con el/la representante de la biblioteca ante El Colegio de Artes y Ciencias y con el/la representante de la biblioteca ante el Colegio de Ingeniería, respectivamente.

9.2.2 Obtención de Publicaciones Seriadas

Al principio de cada semestre tanto el Departamento de Matemáticas como el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras facilitará a la biblioteca general una lista de las publicaciones seriadas que desearán obtener para el siguiente semestre. La preparación de cada lista será

coordinada con el representante de la biblioteca ante el Colegio de Artes y Ciencias y con el representante de la biblioteca ante el Colegio de Ingeniería, respectivamente.

9.2.3 Obtención de Materiales Audiovisuales

Al principio de cada semestre tanto el Departamento de Matemáticas como el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras facilitarán a la biblioteca general una lista de recursos audiovisuales que desearán obtener para el siguiente semestre. La preparación de cada lista será coordinada con el representante de la biblioteca ante el Colegio de Artes y Ciencias y con el representante de la biblioteca ante el Colegio de Ingeniería, respectivamente.

9.2.4 Obtención de Acceso Electrónico a Base de Datos

La biblioteca general del Recinto Universitario de Mayagüez está desarrollando una infraestructura que facilitará a los/las usuarios(as) de esta biblioteca el acceso electrónico a documentación y base de datos a través de la red electrónica de comunicación de nuestro recinto. Se evaluará periódicamente dicha infraestructura para asegurar que posea los requisitos mínimos para sostener un ambiente activo de acceso a la biblioteca.

9.2.5 Uso de Otras Bibliotecas

Los departamentos de Matemáticas y de Ingeniería Eléctrica y Computadoras entienden que los/las estudiantes de este programa deben tener acceso a las bibliotecas de otras universidades. Actualmente la biblioteca general cuenta con un programa de préstamos interbibliotecarios. Además, mediante el Internet y servicios como el "World Wide Web" hoy día se puede acceder un caudal de publicaciones e información científica. Gracias a la capacidad de transmisión de información del Internet se puede acceder información de trabajos investigativos recientes en cuestión de segundos.

10. INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO

10.1 Inventario de Facilidades Disponible

10.1.1 En el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras

El Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras cuenta con 20,000 pies cuadrados de facilidades para salones de clases, oficinas y laboratorios. El Departamento cuenta con una de las mejores infraestructuras computacionales en el Recinto de Mayagüez. Esta infraestructura se ha logrado mediante propuestas sometidas a la Fundación Nacional de Ciencias (NSF por sus siglas en inglés), la NASA, y a compañías privadas como Intel, IBM, AT&T, Hewlett Packard y Apple.

10.1.1.1 Red de Computadoras

Uno de los elementos más importantes de esta infraestructura es una red digital de comunicaciones que permite compartir recursos de computación dentro y fuera del departamento. Esta red está construida a base de una combinación de cableado en fibra óptica, coaxial y par trenzado (UTP). Todos los laboratorios, las oficinas administrativas y todas las oficinas de los/las profesores/as están conectadas a esta red.

La red provee una serie de servicios esenciales que permiten que las actividades académicas, investigativas y administrativas en el Departamento se desarrollen con mayor facilidad, lo que redundará en una mayor productividad. Algunos de los servicios disponibles con la red son:

Computación remota: A través de la red es posible conectarse en forma remota a otras computadoras locales y en el exterior. Esto permite acceso a recursos de computación disponibles en otras computadoras conectadas a la red local y también a computadoras localizadas en otros lugares dentro y fuera del Recinto. Por ejemplo, un usuario local podría conectarse a una supercomputadora de una universidad de Estados Unidos y ejecutar programas en forma remota.

Transferencia de datos: Por medio de la red se pueden transferir todo tipo de archivos entre computadoras locales o remotas.

Acceso a bases de datos: Existen cientos de bases de datos locales y en el exterior a las cuales es posible tener acceso por medio de la red. Algunos ejemplos de estos son: archivos de bibliotecas, tabloneros de edicto sobre asuntos académicos y de investigación, archivos de programas de dominio público, y boletines informativos.

Facilidades de impresión: Por medio de la red se pueden imprimir diferentes tipos de archivos en forma remota en las impresoras conectadas a la red local. En otras palabras, desde cualquier computadora conectada a la red se pueden enviar archivos a imprimir a cualquier impresora conectada a la red.

Correo electrónico: A través de la red los/las usuarios(as) pueden enviar y recibir correspondencia. Por ejemplo, un(a) usuario(a) de la red local podría mantener comunicación con usuarios(as) de lugares tan remotos como Japón.

Acceso al "World Wide Web": Por medio de la red se pueden acceder innumerables repositorios de información a través del mundo.

Acceso remoto via modem: Todas las facilidades de la red se pueden acceder vía telefónica mediante un banco de cinco modems del Departamento y mediante un banco de 96 modems del RUM.

10.1.1.2 Laboratorios

El Departamento cuenta con dos laboratorios instruccionales de computadoras. A continuación se describe el uso y los recursos de estos laboratorios.

Laboratorio de Software - Este laboratorio se utiliza mayormente para los cursos de programación del programa subgraduado de ingeniería de computadoras. El laboratorio cuenta con un servidor PC P-166, veinte (20) PC P-90, diez (10) PC P-133, diez (10) PC P-200 y dos impresoras laser. Todas las computadoras corren el sistema operativo Linux.

Laboratorio de Análisis y Diseño Asistido por Computadoras - Este laboratorio es un laboratorio de uso general disponible para el desarrollo de proyectos y asignaciones de hardware y software de cursos graduados y subgraduados. El laboratorio cuenta con un servidor PC P-120, veinte y cinco (25) estaciones de trabajo PC P-120, diez (10) PC P-90, quince (15) PC P-60 y dos impresoras laser. Todas las estaciones de trabajo corren el sistema operativo Windows NT. Además del equipo antes mencionado el laboratorio cuenta con software para procesamiento digital de señales y para el análisis y diseño de hardware y software.

Además de los laboratorios instruccionales antes mencionados, el departamento cuenta con tres laboratorios de investigación pertinentes a este programa. A continuación se describe el uso y los recursos de estos laboratorios.

LARSIP (Laboratory of Remote Sensing and Image Processing) - Este laboratorio se utiliza primordialmente para el desarrollo de investigación en las áreas de percepción remota, procesamiento digital de imágenes y señales y sistemas de información geográfica.

Dentro de las facilidades de LARSIP se ubican las facilidades de grupo de investigación de Análisis Avanzado y Automatizado de Imágenes (AAIA). Este grupo cuenta con un servidor Sun SPARC Enterprise 3000, dos (2) Silicon Graphics O2, tres estaciones de trabajo Sun SPARC 20, dos estaciones de trabajo Sun SPARC Ultra II, diez (10) estaciones de trabajo Sun SPARC Ultra I, cuatro PC P5-133, una PC P120 y una PC P-90, dos PC-486, cuatro Sun Sparc Classic, una CompuAdd SparcStation II, un HP LaserJet 4MPlus, un HP Laserjet 4000TN, un Color Scanner, y un CD-Studio & Recorder. Además este grupo cuenta con software para procesamiento digital de señales e imágenes y compiladores.

LARSIP también aloja las facilidades del grupo de investigación de Procesamiento Computacional de Señales. Este grupo cuenta con un servidor Dell Dual Pentium 300, ocho (8) Dell Dimension XPS R400, tres Dell Dimension XPS H/D266 y un impresor HP DeskJet 1200C. Además este grupo cuenta con software para procesamiento digital de señales, diseño de circuitos integrados y compiladores.

El grupo de investigación de Aplicaciones de Percepción Remota también se aloja en este laboratorio. Este grupo cuenta con un servidor Dell Dual Pentium 300, dos PC P-100, una PowerMac 8500, una PowerMac 9500, un "color scanner, dos plotters HP, un "Color Slide Maker", un "Color Slide Scanner", dos tablas de digitalización, un "Weather Radar System" y un printer Kodak dS 8650 PS.

Laboratorio de Interacción Humano-Computadoras - Este laboratorio se utiliza primordialmente para proyectos de investigación en el área de interacción humano-computadoras. Este laboratorio cuenta con dos (2) PC P-200, tres (3) PC P-150, dos (2) Power Macintosh, una cámara digital, un sistema de grabación de video, una impresora laser y un "scanner". También el laboratorio cuenta con programas para desarrollar software y una base de datos Oracle. Además, el laboratorio está habilitado para realizar experimentos de interacción entre humanos y computadoras.

Laboratorio de Investigación Optoelectrónica – Este laboratorio está dedicado al actividades de modelaje a nivel de sistemas de varias arquitecturas de computación optoelectrónica. Este laboratorio cuenta con un servidor Gateways P-200, dos GP6-233, dos GP6-300, una PC P5-133XL, una PC E-3110 300, una PC E-500, dos Intel P-120, un impresor HP LaserJet 4000N, un "Fingerprint Scanner", y un equipo de desarrollo y prueba de circuitos electrónicos.

Además de los recursos antes mencionados el Centro para la Investigación y Desarrollo Computacional (CECORD por sus siglas en inglés) cuenta con equipo disponible para uso académico y de investigación. Este equipo consiste de una computadora portátil PC P-200, una computadora portátil PC P-166, dos computadoras portátiles Macintosh y dos sistemas de proyección de computadoras uno de los cuales es de alta resolución.

Una descripción más detallada de los equipos disponibles en los laboratorios antes mencionados se encuentra en el Web en la siguiente dirección:

mayaweb.upr.clu.edu/engineering/inelicom/pages/resources/resources.html

10.1.2 En el Departamento de Matemáticas

El Departamento de Matemáticas cuenta con el Laboratorio de Computación Avanzada (Advanced Computation Laboratory) ubicado en CH403A. Este laboratorio cuenta en la actualidad con una red de 4 Sun SPARCstation 4, dos Sun SPARCstation 1 y una MasPar MP-1, con 1024 procesadores. Este Laboratorio está destinado a proyectos de investigación en Computación

Científica y, de hecho, su misión principal es la de proveer a los estudiantes con el equipo y las facilidades adecuadas para el desarrollo de dichos proyectos.

10.2 Impacto del Programa Sobre las Instalaciones Físicas Existentes

Gracias a las condiciones de la infraestructura existente en los departamentos de Ingeniería Eléctrica y el de Matemáticas no se vislumbra que el nuevo programa tenga un impacto negativo en la misma.

10.3 Necesidad y Disponibilidad de Servicios de Cómputos para el Nuevo Programa

10.3.1 En el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras

Actualmente nos encontramos en el cuarto año de los cinco que cubre la propuesta a NSF para el mejoramiento de la infraestructura de investigación del Departamento. En los próximos dos años los laboratorios y facilidades existentes serán expandidos y mejorados de acuerdo al plan establecido en la propuesta antes mencionada y a las necesidades que surjan. En los años sucesivos se espera que la Universidad asuma el mantenimiento y la renovación de los sistemas de computación existentes en el Departamento. Además, se continuarán las gestiones para la adquisición de nuevos sistemas de computación mediante propuestas a compañías privadas y agencias gubernamentales locales y federales.

Para ofrecer el programa propuesto será necesario establecer un laboratorio avanzado de software. Este laboratorio servirá de apoyo a los cursos graduados en el área de software y también a la investigación que envuelva desarrollo de software. El laboratorio debe contar con por lo menos 20 estaciones de trabajo, un servidor y además paquetes para desarrollar software, bases de datos, sistemas de redes y repositorios de información.

La creación del nuevo laboratorio, la contratación de nuevos profesores(as) y la admisión de nuevos estudiantes requerirá un espacio físico adicional al existente. Se estima que serán necesarios aproximadamente 2,000 pies cuadrados adicionales. Se espera que estas necesidades de espacio se resuelva mediante una expansión de facilidades físicas en el edificio Stefani. En el presupuesto no-recurrente que se indica en la sección 14 se incluye una partida para atender esta necesidad.

10.3.2 En el Departamento de Matemáticas

Entre los planes de expansión a corto plazo, se contempla la extensión de la red de Sun Workstations hasta un número de 8 y su interconexión eficiente a través de una red ATM. El objetivo principal de esta expansión es proveer un ambiente de multiprocesamiento a tono con los avances tecnológicos actuales.

11. ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA

11.1 Acreditación Profesional

El programa que se propone no requiere de una acreditación profesional.

11.2 Licenciamiento por el CES

Una vez aprobado por los cuerpos correspondientes de la Universidad de Puerto Rico el programa que se propone, se requiere la aprobación del Consejo de Educación superior.

12. ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA

En la Figura 12.1 se muestra la organización administrativa del Programa. A continuación se describen las funciones y composición de los diferentes componentes de esta organización.

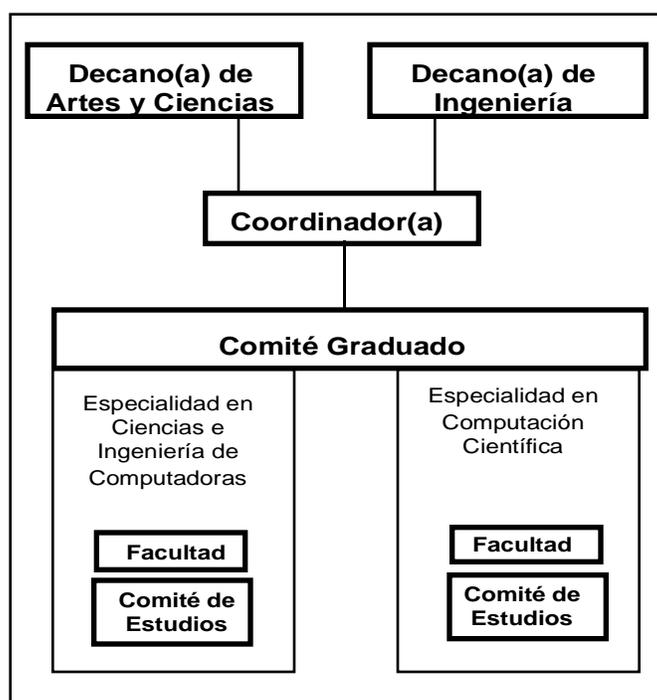


Figura 12.1 Organización Administrativa del Programa Doctoral en Ciencias e Ingeniería de la Información y la Computación.

Coordinador(a) - Esta será la persona encargada de la administración del Programa. Entre sus funciones se encuentran:

- Presidir el Comité Graduado y ser miembro(a) del Consejo Graduado
- Coordinar el ofrecimiento de cursos del Programa conjuntamente con los/las directores(as) de los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y de Matemáticas.
- Coordinar la matrícula de estudiantes del Programa conjuntamente con los/las directores(as) de los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y de Matemáticas.
- Coordinar la participación de profesores/as de otros recintos en el programa,

- Tramitar las solicitudes de admisión o traslado de estudiantes en coordinación con los/las directores(as) de los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y de Matemáticas.
- Orientar al estudiantado sobre asuntos académicos, de investigación y ayudas económicas.
- Informarse sobre nuevas iniciativas en el campo de la computación dentro y fuera de la Universidad de Puerto Rico.
- Mantener una relación activa con sectores de la industria, el gobierno y otras instituciones universitarias del país que contribuya a cumplir con las objetivos del Programa.
- Coordinar la participación de profesores/as de otros recintos en el programa.
- Supervisar el desarrollo del Programa y generar un informe anual sobre el mismo.

El/la Coordinador(a) será recomendado por el Comité Graduado del Programa Doctoral y será designado y responderá a los/las decanos(as) de Ingeniería y de Artes y Ciencias. La posición de Coordinador tendrá una carga administrativa y un diferencial de salario equivalente al de un(a) director(a) asociado(a) departamental. Para descargar sus responsabilidades el/la Coordinador(a) contará con el apoyo del personal administrativo que se indica en la sección 14 el cual estará ubicado en el Centro para la Investigación y Desarrollo Computacional (CECORD por sus siglas en inglés).

Comité Graduado - Este comité estará integrado por 4 profesores(as) elegidos(as) por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y 4 profesores(as) elegidos por el Departamento de Matemáticas. Se requiere que al menos uno(a) de los/las representantes de cada departamento pertenezca al Comité Graduado de ese departamento. Entre las funciones de este comité están:

- Revisar y aprobar los requisitos generales de admisión al Programa.
- Revisar y aprobar los cursos que componen el núcleo de cursos medulares.
- Evaluar y hacer recomendaciones sobre solicitudes de admisión y traslado de estudiantes a las Especialidades del Programa.
- Establecer los requisitos específicos de admisión o traslado a las Especialidades.
- Evaluar y aprobar la incorporación de nuevos cursos graduados a las Especialidades.
- Evaluar y hacer recomendaciones sobre la incorporación de nuevas Especialidades del programa.
- Preparar y administrar el Examen de Cualificación para el grado doctoral y otros exámenes requeridos para adquirir el grado.
- Informarse sobre nuevas iniciativas en el campo de la computación dentro y fuera de la Universidad de Puerto Rico.
- Mantener una relación activa con sectores de la industria, el gobierno y otras instituciones universitarias del país que contribuya a cumplir con las objetivos del Programa.
- Supervisar el desarrollo y sostenibilidad del Programa y otros informes pertinentes.

Cualquier curso que sea considerado por este Comité debe haber sido aprobado con anterioridad por un departamento, según la reglamentación existente.

Facultad de la Especialidad - La facultad inicial será la que se indica en la Tablas 8.1, 8.2 y 8.3 (sección 8.1).

Comité de Estudios de los/las Estudiantes Graduados - Tendrá la responsabilidad de preparar el programa del estudiante en consulta con éste(a) y de supervisar el trabajo de investigación y la preparación de tesis de éstos(as). Este comité tendrá la responsabilidad de determinar si los/las estudiantes pasan el Examen de Candidatura. Los/Las integrantes de este comité deberán ser seleccionados por el/la estudiante con la aprobación del Comité Graduado del Programa de acuerdo a las normas que rigen los estudios graduados en el Recinto. Se recomienda que uno de los/las miembros/as del comité sea un humanista con conocimientos ética.

Presidente(a) del Comité de Estudios - Presidirá el Comité de Estudios del/la estudiante y tendrá la responsabilidad de dirigir los estudios y los trabajos de investigación que éste(a) llevará a cabo para poder obtener el grado.

Estudiantes - Los/las estudiantes admitidos al Programa se ubicarán en uno de los departamentos participantes, de acuerdo a la Especialidad de su interés. El traslado de los/las estudiantes de una Especialidad a otra se podrá llevar a cabo siempre y cuando estos(as) cumplan con los requisitos específicos de admisión y traslado a la Especialidad de interés.

13. AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES

Hasta el presente los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y el de Matemáticas han podido proveer un gran número de ayudantías para estudiantes graduados. Estas ayudantías caen en dos categorías: ayudantías de cátedra y ayudantías de investigación. Los dineros de las ayudantías de investigación provienen mayormente de fondos externos de investigación, mientras que los dineros de las ayudantías de cátedra provienen del fondo general de la Universidad de Puerto Rico.

Actualmente en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras se proveen un total de 21 ayudantías de cátedra y 35 ayudantías de investigación para una matrícula de 82 estudiantes graduados. En el Departamento de Matemáticas se proveen 10 ayudantías para una matrícula de 12 estudiantes graduados.

El establecimiento del nuevo programa servirá de vehículo para aumentar la actividad investigativa. Esperamos que este incremento en la investigación redunde, a su vez, en un incremento de fondos externos que servirá, entre otras cosas, para aumentar el número de ayudantías para estudiantes graduados. Sin embargo, para facilitar el desarrollo de investigación a los/las profesores/as de nueva contratación es indispensable proveer dinero semilla para costear entre otras cosas una ayudantía graduada por el primer año. Además, para garantizar que un mínimo de estudiantes doctorales cuenten con los recursos económicos para realizar sus estudios es imprescindible incluir una partida para ayudantías de investigación en el presupuesto de este programa según se indica en la sección 14.

14. PRESUPUESTO

Para poder ofrecer un programa de excelencia es necesario allegar fondos adicionales. Los costos adicionales necesarios para ofrecer el programa se describen en la tabla 14.1.

14.1 Costos Recurrentes

Según se indicó en la sección 8.2, para ofrecer el programa en toda su capacidad es necesario contratar ocho nuevos(as) profesores(as). La tabla 14.1 refleja la contratación de dos profesores(as) durante el primer año, dos durante el segundo año, dos durante el tercer año y dos durante el cuarto año. De los ocho profesores, seis serán asignados al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y dos profesores serán asignados al departamento de Matemáticas. El orden de distribución de estos profesores en los primeros cuatro años del programa propuesto será el siguiente. Durante el primer año dos profesores serán asignados al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Durante el segundo año un profesor será asignado al Departamento de Matemáticas y un profesor será asignado al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Durante el tercer año un profesor será asignado al Departamento de Matemáticas y un profesor será asignado al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Durante el cuarto año dos profesores serán asignados al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Este orden de distribución aparece reflejado en la tabla 14.1.

Tabla 14.1 Presupuesto del programa propuesto.

Renglón	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Costos Recurrentes					
Facultad adicional					
Ciencias e Ingeniería de Computadoras	84,504	126,756	169,008	253,512	253,512
Computación Científica		42,252	84,504	84,504	84,504
Ayudantías de investigación (2 @ \$11,800)	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600
Recursos bibliotecarios	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Personal					
Coordinador (diferencial salarial)	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
Oficial Administrativo	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Secretaria(o)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Administrador(a) de Sistemas	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Materiales de oficina	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Reemplazo y mantenimiento de equipos					
Depto. Ing. Eléctrica y Computadoras	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Depto. Matemáticas	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Total Recurrentes	344,104	428,608	513,112	597,616	597,616
Costos No Recurrentes					
Dinero Semilla para nueva facultad	50,000	100,000	100,000	100,000	50,000
Laboratorio de Software Avanzado	75,000				
Comité Asesor Externo	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Expansión de fac. físicas (2,000 Sqft. @ \$100)	200,000				
Total No Recurrentes	333,000	108,000	108,000	108,000	58,000
Total	677,104	536,608	621,112	705,616	655,616

Para poder garantizar la participación de un número mínimo de estudiantes al programa se están solicitando fondos para dos ayudantías graduadas anualmente. Estas ayudantías son en adición a las ayudantías graduadas que se están solicitando para apoyar a los nuevos profesores.

El programa que se propone requiere que se añadan nuevos ejemplares a la lista de publicaciones que actualmente mantiene la Biblioteca General del RUM en los campos de las ciencias e ingeniería de la información y la computación. Para costear la adquisición de las nuevas publicaciones se ha incluido una partida presupuestaria.

Según se indicó en la sección 12 el/la Coordinador(a) del programa tendrá una carga administrativa y un diferencial de salario equivalente a un Director(a) Asociado(a). Al presente ese diferencial es de \$750 en el RUM.

El apoyo administrativo y secretarial que se requiere es el de un programa graduado con una matrícula proyectada de seis nuevos estudiantes doctorales cada año y una facultad de más de veinte profesores(as) realizando proyectos de investigación. El volumen de trabajo administrativo y secretarial que generará el programa no puede ser absorbido por los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y de Matemáticas. Por lo tanto, es imprescindible que se provea apoyo administrativo y clerical adicional para el nuevo programa. De acuerdo al volumen y naturaleza del trabajo que se generará se propone que se provea una plaza para un Oficial Administrativo y otra para un(a) Secretaria.

La experiencia desarrollada por el Centro para la Investigación y Desarrollo Computacional (CECORD por sus siglas en Inglés) con investigadores y estudiantes en proyectos de investigación computacional, hacen de este el lugar idóneo para ejecutar el trabajo administrativo y secretarial que requiere el nuevo programa. La misión y objetivos de CECORD son cónsonos con el programa que se propone. En el Apéndice F se incluye información sobre CECORD que sustenta la selección de este Centro para la realización del trabajo administrativo y clerical del programa propuesto. Por tal razón se propone que la partida presupuestaría para el nuevo personal administrativo y secretarial al igual que la de materiales de oficina y del Comité Asesor Externo se asignen a este Centro.

Para atender el nuevo laboratorio de software que se necesita establecer para ofrecer el nuevo programa y los nuevos sistemas de computación que se adquirirán para enseñanza e investigación será necesario contratar un administrador de sistemas computacionales.

El equipo de computación y redes con que se cuenta para ofrecer el programa es crucial para el éxito del mismo. La naturaleza del programa es sumamente dependiente de la tecnología. De este modo resulta de vital importancia mantener estos equipos al día, poniendo algunos equipos bajo contrato de mantenimiento, expandiendo las capacidades de otros y reemplazando los obsoletos. Para esto se incluyen dos partidas presupuestarias, una para los equipos ubicados en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y otra para los equipos ubicados en el Departamento de Matemáticas.

14.2 Costos No-Recurrentes

A los/las profesores(as) de nueva contratación se le proveerá un dinero semilla para iniciar su investigación durante sus primeros años. El dinero semilla se proveerá durante el primer año de contratación del profesor(a) y se podrá renovar por un segundo año si la labor del/la profesor(a) es evaluada como satisfactoria durante el primer año. Este dinero servirá a los/las nuevos(as) profesores(as) para costear una ayudantía de investigación, adquirir equipo de investigación, compensación de verano (máximo 1/9 del salario anual) y para gastos de viajes relacionados con su trabajo académico e investigativo. Se propone una cantidad de \$25,000 de los cuales \$11,800 serán utilizados para una ayudantía graduada. El dinero restante podrá ser utilizado para equipo de investigación, compensación de verano y gastos de viaje de acuerdo a las necesidades del/la profesor(a).

Como se mencionó en la sección 10.3.1, para ofrecer el programa propuesto será necesario establecer un laboratorio avanzado de software en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Este laboratorio servirá de apoyo a los cursos graduados en el área de software y también a la investigación que envuelva desarrollo de software. El laboratorio debe contar con por lo menos 20 estaciones de trabajo (aproximadamente \$3,000 por estación), un servidor (\$5,000) y

además paquetes para desarrollar software, bases de datos, sistemas de redes y repositorios de información (aproximadamente \$10,000).

Para lograr varios de los objetivos del programa propuesto es necesario mantener un buen enlace entre la industria y la academia. Para lograr esto se propone el establecimiento de un Comité Asesor Externo que asesore al Comité Graduado del programa. Para cubrir los gastos de realizar una reunión anual de este comité, se incluye una partida presupuestaria.

Como se indicó en la sección 10.3.1 para ofrecer el nuevo programa es necesario expandir las facilidades físicas del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Esta expansión se ha estimado en 2000 pies cuadrados a un costo de \$100 por pie cuadrado.

15. INGRESOS

Al presente no se puede precisar la cantidad de fondos de fuentes externas que estarán disponible para el programa que se propone. Sin embargo se espera que los ingresos externos para el programa sean significativos basado en la experiencia actual. Entre los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Computadoras y el de Matemáticas actualmente, mediante dádivas, se allegan anualmente sobre \$1,000,000 para los programas académicos y de investigación dentro de las áreas de ciencias e ingeniería de la información y la computación (ver Apéndice D). Estas dádivas proveen fondos para ayudantías graduadas, equipo, materiales, personal administrativo, viajes y costos indirectos.

16. EVALUACIÓN

Cinco años después de ser implementado, el programa deberá:

- producir una primera generación de graduados y un grupo de estudiantes de alta calidad.
- ser reconocido como el centro intelectual para ciencias e ingeniería de la computación de Puerto Rico. Sus características y objetivos deberán ser claramente entendidos a través de la nación.
- haber servido efectivamente sus propósitos de organización y refuerzo de las ciencias e ingeniería de la información y la computación en el sistema universitario,
- tener un número significativo de proyectos de carácter interdisciplinario tanto en ejecución como concluidos,
- generar un número significativo de contactos o pre-proyectos en colaboración con la industria,

En el mediano plazo, esto es alrededor de diez años después de su inicio, el éxito del programa podrá medirse a través de:

- la diversidad de los campos profesionales cubiertos por sus graduados,
- el impacto real de esa masa de profesionales en el desarrollo de Puerto Rico,

- el grado de experiencia y Especialidad desarrollado en áreas de impacto científico, tecnológico y social, y una clara relación entre su plan de desarrollo estratégico y las necesidades reales de Puerto Rico,
- el grado de autofinanciamiento.

APÉNDICE A

Prontuarios de los Cursos Nuevos del Programa Doctoral en CIIC

Cursos de la Especialidad de Ciencias e Ingeniería de Computadoras

Curso	Semestre							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Computación en Paralelo		X		X		X		X
Sistemas Operativos	X	X	X	X	X	X	X	X
Interacción Humano-Computadora	X		X		X		X	
Diseño y Programación de Interfaces Gráficas				X				X
Ingeniería de Usabilidad		X				X		
Diseño de Programados Orientados a Objetos	X		X		X		X	
Inteligencia Artificial	X				X			
Inteligencia Artificial Avanzada				X				X
Diseño de Sistemas de Bases de Datos		X				X		
Sistemas Operativos Distribuidos			X				X	
Sistemas de Bases de Datos	X		X		X		X	
Sistemas Expertos		X				X		
Algoritmos Avanzados de Procesamiento Digital de Señales		X		X		X		X
Procesamiento Digital de Imágenes			X				X	
Procesamiento Digital de Señales	X		X		X		X	
Sistemas de Comunicaciones: Procesamiento de Señales		X		X		X		X
Introducción a Sensores Remotos				X				X
Visión por Computadoras	X				X			
Arquitectura de Sistema de Computadoras	X		X		X		X	
Computadoras de Alto Rendimiento				X				X
Computación Optoelectrónica			X				X	
Diseño de Sistemas VLSI		X				X		
Temas en Ingeniería de Computadoras				X				X
Estudios Independientes en Ingeniería de Computadoras	X	X	X	X	X	X	X	X

X - El curso se ofrece.

Cursos de la Especialidad de Computación Científica

Curso	Semestre							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Computación Científica de Alto Rendimiento				X				X
Visualización Científica			X				X	
Algebra Lineal Numérica	X		X		X		X	
Optimización Numérica		X		X		X		X
Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales	X				X			
Análisis Numérico Matemático	X		X		X		X	
Simulación Estocástica		X		X		X		X
Teoría de Probabilidad	X				X			
Métodos Estadísticos		X				X		
Regresión Aplicada			X				X	
Teoría de Estadística I		X		X		X		X
Computarización Estadística					X			
Análisis de Datos Avanzado						X		
Temas de Ciencias de Computación			X				X	
Temas de Análisis Numérico	X							
Temas Especiales Relacionados con Ecuaciones en Derivadas Parciales		X						
Temas de Lógica Matemática			X					
Temas de Análisis				X				
Temas de Algebra					X			
Temas de Estadística								X

X - El curso se ofrece.