

Esta propuesta fue preparada por el Comité de Software del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras. Este Comité estuvo integrado por:

Dr. Javier A. Arroyo-Figueroa - Catedrático Auxiliar, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. José A. Borges - Catedrático, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Dr. Thomas L. Noack - Catedrático, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

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

Dr. Ramón Vásquez-Espinosa- Director, Centro de Investigación y Desarrollo y Catedrático del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, UPR-Mayagüez

Tabla de Contenido

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.....	2
2. JUSTIFICACIÓN	2
2.1 EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE COMO UNA DISCIPLINA DE INGENIERÍA.....	2
2.2 RAZONES DE TIPO ACADÉMICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA	3
2.3 NECESIDAD DEL NUEVO PROGRAMA	4
2.4 OPORTUNIDADES DE EMPLEO PARA LOS EGRESADOS DEL PROGRAMA	4
3. RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL PLAN ESTRATÉGICO SISTÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO	5
4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS.....	6
4.1 EN EL RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ	6
4.2 EN OTRAS UNIDADES DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE LA U.P.R.....	6
4.3 EN OTRAS INSTITUCIONES DEL PAÍS	6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	7
5.1 FILOSOFÍA, METAS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROGRAMA	7
5.2 PERFIL DEL EGRESADO.....	8
5.3 COMPONENTES DEL PROGRAMA	9
5.3.1 <i>Distribución de los Cursos por Areas de Educación.....</i>	9
5.3.2 <i>Descripción de los Cursos.....</i>	10
5.3.2.1 Cursos Requeridos.....	10
5.3.2.2 Electivas Técnicas	10
5.3.3 <i>Modelo del Programa Propuesto.....</i>	11
5.3.4 <i>Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales</i>	13
5.3.5 <i>Catálogo y Promoción</i>	13
6. ADMISIÓN Y MATRÍCULA.....	14
6.1 REQUISITOS DE ADMISIÓN	14
6.2 PROYECCIÓN DE LA MATRÍCULA.....	14
7. REQUISITOS ACADÉMICOS PARA OTORGAR EL GRADO.....	14
7.1 TOTAL DE HORAS-CRÉDITO QUE SE REQUIEREN	14
7.2 INDICES ACADÉMICOS MÍNIMOS	14
7.3 TOTAL DE CRÉDITOS A ACEPTARSE EN TRANSFERENCIA	14
7.4 REQUISITOS DE IDIOMA	14
7.5 TIEMPO LÍMITE PARA COMPLETAR EL GRADO.....	14
8. FACULTAD	15
8.1 FACULTAD NECESARIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA.....	15
8.1.1 <i>Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software del Programa.....</i>	15
8.1.2 <i>Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas.....</i>	16

8.2 PLAN DE RECLUTAMIENTO DE LA FACULTAD.....	18
8.2.1 <i>Reclutamiento de Facultad para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software</i>	18
8.2.1.1 Reclutamiento de Facultad en el RUM.....	18
8.2.1.2 Reclutamiento de Estudiantes Talentosos/as	18
8.2.1.3 Reclutamiento de Facultad Externa al RUM	18
8.2.1.4 Reclutamiento de Ayudantes de Cátedra	19
8.2.2 <i>Facultad para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas</i>	19
8.3 PLAN PARA EL ADIESTRAMIENTO DE LA FACULTAD	20
9. RECURSOS DEL APRENDIZAJE.....	20
9.1 INVENTARIO DE RECURSOS EXISTENTES.....	20
9.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DE RECURSOS DISPONIBLES	20
9.2.1 <i>Obtención de Libros</i>	20
9.2.1 <i>Obtención de Materiales Audiovisuales</i>	20
9.2.3 <i>Obtención de Acceso Electrónico a Base de Datos</i>	21
9.2.4 <i>Uso de Otras Bibliotecas</i>	21
10. INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO \L 1.....	21
10.1 INVENTARIO DE FACILIDADES DISPONIBLES	21
10.2 IMPACTO DEL PROGRAMA SOBRE LAS INSTALACIONES FÍSICAS EXISTENTES.....	22
10.3 NECESIDAD Y DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE CÓMPUTOS PARA EL NUEVO PROGRAMA.....	22
11. ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA.....	23
11.1 ACREDITACIÓN PROFESIONAL	23
11.2 LICENCIAMIENTO POR EL CES	23
12. ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA	23
13. AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES	23
14. PRESUPUESTO.....	24
15. INGRESOS.....	25
16. EVALUACION	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Título del Programa y Grados

El título del programa propuesto será **Programa Subgraduado en Ciencias de Computación e Ingeniería de Software** y los grados a otorgarse serán los de: (i) **Bachillerato en Ciencias de la Computación** y (ii) **Bachillerato en Ciencias en Ingeniería de Software**.

1.2 Duración del los Programas en Años para Estudiantes a Tiempo Completo

De acuerdo a los requisitos académicos que se indican en la sección 5.3, los programas propuestos tendrán las siguientes duraciones y términos máximos:

- i) para el Bachillerato en Ciencias de la Computación, la duración normal será de 4 años, y el término máximo de 8 años; y
- ii) para el Bachillerato en Ciencias en Ingeniería de Software, la duración normal será de 5 años, y el término máximo para completar el grado será de 10 años.

1.3 Breve Exposición del Programa

<Introducir motivación para CS>

De acuerdo al "Institute of Electrical and Electronic Engineers" (IEEE), la Ingeniería de Software es la aplicación de una metodología disciplinada, sistemática y cuantificable en el desarrollo, operación y mantenimiento de programas de computadoras. El ingeniero de Software tiene a su cargo tareas técnicas tales como el análisis, especificación, diseño, prueba, verificación y validación de programas de computadoras, al igual que tareas de gerencia tales como control de calidad, medición de procesos y administración de proyectos. En esta era de la informática, donde la sociedad depende cada vez más de el software (y, en muchas circunstancias, la vida de las personas depende de la calidad de el mismo), es necesario proveer a la sociedad con ingenieros capacitados que cumplan la misión de asegurar la calidad de dichos productos. La preparación de un ingeniero de software comprende de (i) conocimiento de las ciencias de la computación, de tal forma que se puedan aplicar sus principios al proceso de desarrollo; (ii) un amplio conocimiento de las técnicas, principios y métodos de análisis, especificación, diseño, pruebas, verificación y validación de programas de computadoras; (iii) conocimiento de técnicas, principios y metodologías de gerencia; (iv) especialización en un dominio de aplicación tal como sistemas de información, sistemas de control adheridos ("embedded systems"), sistemas de comunicaciones y redes, interacción software-equipo y apoyo a actividades de ingeniería (incluyendo Ingeniería de Software); y (v) formación humano-ética aplicable al quehacer diario de la profesión, especialmente en el ambiente de trabajo en equipo.

<Establecer diferencias entre los grados a otorgarse>

El programa propuesto tiene como objetivo preparar computólogos e ingenieros de software con los conocimientos arriba mencionados, para servir a la sociedad de Puerto Rico y el resto del

mundo. Dicho programa posee ¿? cursos medulares destinados a proveer los conocimientos esperados de todo profesional en el campo de la computación.

Para el grado de Ciencias de la Computación, siguen ¿? cursos ...

Para el grado de Ingeniería de Software, siguen ¿? cursos de concentración en ingeniería de software. En adición a esto, los estudiantes podrán tomar 2 cursos electivos tales como sistemas de bases de datos, sistemas de control adheridos, sistemas distribuídos, interacción software-equipos y apoyo a actividades de ingeniería (incluyendo Ingeniería de Software). Es requisito para este programa que el estudiante demuestre los conocimientos adquiridos mediante un proyecto final, el cual envolverá el desarrollo de un producto a través de todo el proceso de desarrollo de software. El proyecto tendrá una duración de dos semestres, obteniendo el estudiante un total de 6 créditos (3 por semestre).

Los ingenieros y computólogos graduados de este programa estarán preparados para trabajar en la industria y el comercio de Puerto Rico, los Estados Unidos de América, y el resto del mundo. El rol de dichos profesionales podría ser desde desarrolladores de aplicaciones hasta administradores, en proyectos de software de gran envergadura, que envuelvan un alto riesgo y responsabilidad hacia la sociedad.

1.4 Fecha de Comienzo

El programa comenzará a ofrecerse tan pronto estén disponibles los recursos necesarios (humanos, físicos, y presupuestarios). Se espera que estos recursos estén disponibles para el primer semestre del año académico 2002-2003.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 Justificación para un programa en Ciencias de Computación

¿?

2.2 Justificación para un programa en Ingeniería de Software

2.2.1. El desarrollo de la Ingeniería de Software como una Disciplina de Ingeniería

En las pasadas dos décadas, y en especial en años recientes, el campo de la Ingeniería de Software ha tenido importantes avances que lo definen como una disciplina de ingeniería. Entre estos avances, se encuentran:

El establecimiento de estándares de ingeniería de software. Entidades tales como la "IEEE Software Engineering Standards Committee", el Departamento de Defensa de los E.U.A. y el "Software Engineering Institute" (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon han promovido, con

un éxito considerable, el establecimiento de estándares de especificación de requerimientos y diseño, prácticas administrativas, pruebas y validación de programas de computadoras.

El desarrollo académico de la Ingeniería de Software. En años recientes, han comenzado programas subgraduados en Ingeniería de Software en varias universidades alrededor del mundo: trece (13) en Inglaterra, tres (3) en Australia, y dos (2) en Canadá. En E.U.A., actualmente existen tres programas en "Rochester Institute of Technology", "Fort Monmouth University" y el "Southern Politechnical State University". A nivel graduado, existen actualmente cerca de cuarenta (40) programas de Maestría en Ingeniería de Software en los E.U.A. En noviembre de 1999, el SEI publicó el documento titulado "Guidelines for Software Engineering Education", el cual servirá de guía para el desarrollo de currículos en Ingeniería de Software.

La otorgación de licencias profesionales para Ingenieros de Software. El "Texas Board of Professional Engineering" ha comenzado a otorgar licencias profesionales a ingenieros de software que cumplan con criterios de acreditación. El "IEEE Computer Society" y la "Association for Computer Machinery" han formado el "Joint Steering Committee for the Establishment of Software Engineering as a Profession". El propósito de este comité es el de definir estándares de ética, la gama de conocimientos requeridos, prácticas recomendadas y currículos necesarios para establecer la Ingeniería de Software como una profesión. Este comité ha preparado un documento de referencia titulado "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge". El comité también trabaja en la definición de los requisitos para el examen "Principles of Practice Examination" (PE) para ser recomendados al "National Council of Examiners for Engineers and Surveyors" (NCEES). Dicha entidad ha incluido un cinco por ciento de contenido de Ingeniería de Software en su examen de Ingeniería Eléctrica.

La Ingeniería de Software, como toda disciplina de ingeniería, requiere de un programa que prepare ingenieros de calidad para servir a la sociedad. Estamos seguros que el programa aquí propuesto cumple con este propósito.

2.3. Justificación para un programa combinado de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Software

- Diferencias
- Core común

2.4. Razones de Tipo Académico para el Establecimiento del Programa

<Razones para un programa en Ciencias de la Computación>

<Tengo duda que lo siguiente sean realmente razones de tipo académico> La demanda estudiantil por un programa en Ingeniería de Software se puede estimar basado en el número de solicitudes de admisión presentadas al programa subgraduado en Ingeniería de Computadoras (ICOM), y en un sondeo hecho por el Dr. Manuel A. Pérez, Catedrático Auxiliar del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. El número de solicitudes de admisión a dicho programa ha

ido en aumento (665 en 1996-97, 637 en 1997-98, 808 en 1998-99, ¿? en 1999-2000, ¿? en 2000-2001). Debido a las limitaciones en recursos de el departamento, el número de admisiones se ha mantenido constantemente en 75 estudiantes por año. De acuerdo al sondeo hecho por el Dr. Pérez, entre los estudiantes subgraduados del programa de ICOM encuestados, 32 de un total de 40 estudiantes (80%) respondió que le hubiera interesado estudiar Ingeniería de Software si hubiera existido dicho programa en el departamento. Basado en esta encuesta, se puede estimar que el 80% de los estudiantes que solicitan admisión al programa de Ingeniería de Computadoras- esto es, alrededor de 600- solicitarían admisión al programa de Ingeniería de Software. Esto se puede atribuir, en gran medida, a que los estudiantes de ICOM están más interesados en el software que en el área de "hardware". El programa propuesto satisfará dicha necesidad en gran medida.

2.3 Necesidad del Nuevo Programa

<Presentar necesidad de CS>

El desarrollo de la Ingeniería de Software como una disciplina de Ingeniería, el alto número de estudiantes interesados en desarrollarse en esta profesión y la alta demanda en la industria y el gobierno de ingenieros profesionales en este campo, son razones suficientes para justificar la creación este programa. El programa propuesto suplirá la demanda de la industria por ingenieros de software profesionales. Los diferentes comités asesores y compañías de consultores contratados por el gobierno coinciden en que, para el desarrollo y sostenimiento de una política de ciencia y tecnología, una de las áreas que se debe desarrollar mediante 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 que una de las iniciativas para el desarrollo de país debe ser un *Centro para el Desarrollo de Software*, con la meta de convertirse en el primer centro de America Latina para conducir proyectos de desarrollo de alta tecnología en colaboración con la industria. Definitivamente, el programa que proponemos es necesario para cumplir con los objetivos del plan de desarrollo económico de nuestro país. De hecho, el estudio antes mencionado reconoce el protagonismo del Recinto Universitario de Mayagüez en el desarrollo de estos profesionales.

2.4 Oportunidades de Empleo para los Egresados del Programa

No hay duda de que existe una gran demanda de profesionales en el desarrollo de software en P.R. y los E.U.A. Evidencia de ello son la cantidad de compañías que vienen al campus a buscar candidatos, en especial en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Cabe destacar que muchas compañías reclutan estudiantes egresados del programa de Ingeniería de Computadoras para posiciones relacionadas con Ciencias de Computación e Ingeniería de Software. Entre dichas compañías se destacan IBM Corp., Motorola, Oracle, Lucent Technologies, AT&T, Xerox Corp. y Raytheon. Sin embargo, dicho programa adolece de dos aspectos cada vez más requeridos por dichas compañías: (i) la preparación integral en el proceso de desarrollo de software, la cual no solamente se orienta al producto, si no al proceso de desarrollo mismo; y (ii) conocimiento de las ciencias de computación que abarque las áreas de teoría computacional, inteligencia artificial, computación científica, ¿??. El programa propuesto

satisfará dichos requerimientos, y los egresados de dicho programa serán más competitivos en el mercado de trabajo.

Uno de los objetivos de este programa es el preparar formalmente a profesionales para eventualmente ser certificados como ingenieros profesionales de software. Para lograr esto, es mandatorio que el programa propuesto contemple la colaboración con sectores de la industria, el comercio, el gobierno, y el Colegio de Ingenieros de P.R. para reconocer la Ingeniería de Software como una profesión regulada. Sin embargo, los últimos avances de la profesión como disciplina de ingeniería hacen ver que no es materia de "sí" o "no", sino de "cuándo" comenzará el proceso de licenciamiento. El plan de desarrollo económico de P.R. contempla el desarrollo de la industria de el software, por lo que esperamos que aumentará la presión para certificar ingenieros de software. Estamos convencidos de que el programa propuesto satisfará dicha demanda.

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

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 y 7 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, las siguientes guardan una estrecha relación con el Programa propuesto:

- Establecer un sistema continuo de investigación institucional y de revisión de los programas académicos que incorpore en su análisis los cambios en el conocimiento, en el entorno social y en el perfil estudiantil
- Promover la revisión continua del contenido de los cursos para incorporar los resultados de la actividad investigativa y los nuevos desarrollos en las disciplinas

El desarrollo de la Ingeniería de Software como una disciplina de ingeniería es evidencia de un cambio en el conocimiento, el entorno social y el perfil estudiantil que debe motivar la actualización de la oferta académica para incorporar dichos cambios.

El Asunto Crítico 6 del Plan es MEJORAR CONTINUAMENTE LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE - ENSEÑANZA. Entre las Direcciones Estratégicas de este Asunto Crítico, la siguiente guarda estrecha relación con el programa propuesto:

- Incorporar experiencias de investigación y creación a los currículos graduados y subgraduados

El programa propuesto contempla la incorporación de experiencias creativas mediante la elaboración de un producto de software como parte integral del currículo, lo cual servirá como instrumento de enseñanza-aprendizaje.

4. RELACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA CON OTROS

El programa que se propone será el primer y único programa en su clase que se ofrezca en Puerto Rico. Sin embargo, la formación del Ingeniero de Software incluye una preparación sólida en ciencias de la computación. Existen programas de bachillerato que incluyen componentes en ciencias de computación, por lo que están relacionados al programa propuesto.

4.1 En el Recinto Universitario de Mayagüez

El programa propuesto está relacionado con el programa subgraduado en Ingeniería de Computadoras del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras. Dicho programa es un híbrido de cursos en "hardware" y ciencias de computación, y su currículo incluye un curso en Ingeniería de Software. El programa propuesto tiene la capacidad de brindar servicio a dicho programa en cursos en ciencias de computación e ingeniería de software.

La Opción de Ciencias de Computación del programa subgraduado en Matemáticas del Departamento de Matemáticas guarda relación con el programa propuesto. Dicha opción incluye algunos cursos en ciencias de computación. La preparación del Ingeniero de Software incluye un conocimiento amplio en ciencias de computación. El programa propuesto incluye una gama de cursos en ciencias de computación que podrían ofrecerse de manera compartida con dicho programa. Otra posibilidad está relacionada a una propuesta de creación de un nuevo programa subgraduado en Ciencias de Computación, la cual está aún en proceso de evaluación en la Facultad de Artes y Ciencias. De tener éxito dicha propuesta, no se descarta la posibilidad de colaboración para compartir el ofrecimiento de cursos.

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

<Esto hay que mejorarlo>

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, Ciencias de Computadoras del Colegio Universitario Tecnológico de Arecibo, y Matemáticas Computacionales del Colegio Universitario de Humacao. Estos programas enfocan áreas de ciencias de computación a nivel subgraduado.

La Concentración en Sistemas Computadorizados 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.

4.3 En Otras Instituciones del País

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.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

5.1 Filosofía, Metas y Objetivos Específicos del Programa

El programa propuesto tiene dos meta principales: (i) la preparación de ingenieros de software profesionales; y (ii) la preparación de científicos de computación (computólogos) profesionales. Para cumplir cabalmente con este objetivo, la filosofía del programa es: (i) la formación de profesionales como entes capacitados en el aspecto cultural, humano-social, científico, técnico y ético; (ii) el desarrollo y mejoramiento continuo del currículo de acuerdo al desenvolvimiento dinámico de las disciplinas; (iii) incorporar la creatividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y (iv) el establecimiento de relaciones con el gobierno, el comercio, la industria, y entidades profesionales tales como Colegio de Ingenieros y Agrimensores de P.R., la "Association for Computer Machinery" y el "Institute of Electrical and Electronics Engineers".

En el aspecto cultural, el programa fomenta la formación de profesionales con dominio del idioma inglés, conocimientos de literatura en los idiomas inglés y español, y conocimiento básico de economía. El aspecto humano-social se fomenta a través de electivas socio-humanísticas. El aspecto científico es vital, en especial un dominio de las matemáticas y las ciencias de la computación. A nivel técnico, la preparación del ingeniero de software incluye conocimientos de ingeniería general (necesarios para satisfacer requisitos de licencia local), gerencia, un conocimiento amplio en ingeniería de software y una especialización en un dominio de aplicación. El aspecto ético incluye el requerir un curso de ética para ingenieros, al igual que el fomentar el involucramiento del estudiante en asociaciones profesionales.

La disciplina de Ingeniería de Software, debido a los rápidos cambios en la tecnología, es un campo que se desenvuelve dinámicamente. Es esencial que el programa se mantenga al día con dichos cambios, por lo que esta dirección estratégica debe mantenerse como parte integral de la filosofía del mismo. En particular, es imperativo que el programa se actualice de acuerdo a los requisitos de ley para regulación de la práctica de los ingenieros de software.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier ingeniero debe incorporar la creatividad individual y colectiva. Esto se logra a través de proyectos que estimulen el análisis, la toma de decisiones, la resolución de compromisos, y la aplicación de las metodologías aprendidas en los cursos. La creatividad colectiva se manifiesta mediante el trabajo en equipo. Es esencial que los proyectos estimulen la colaboración entre varios desarrolladores. El currículo del programa contempla estos factores.

Cualquier programa de ingeniería y tecnología tiene que mantenerse a tono con las realidades del gobierno, el comercio y la industria. Es imperativo que el programa propuesto se mantenga al día con los requerimientos y restricciones de dichas entidades. Para satisfacer este requisito, el

programa debe mantener contactos con el gobierno, el comercio y la industria, mediante programas de intercambio, internado e investigación subgraduada.

El Programa propuesto pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir de centro de educación al más alto nivel en Ciencias de la Computación e Ingeniería de Software en Puerto Rico
- Preparar computólogos e ingenieros de software profesionales para servir a las sociedades de Puerto Rico, los E.U.A. y el resto del mundo
- Preparar profesionales al más alto nivel capaces de contribuir al desarrollo social y económico de Puerto Rico

5.2 Perfil del Egresado

<Definir perfil del egresado de CS>

Entre los rasgos principales del perfil profesional del egresado en Ingeniería de Software se destacan:

- conocimiento vastos en técnicas y metodologías para el desarrollo de software a gran escala, tales como interacción humano-computadora, especificación, diseño, codificación y prueba, y aquellos relacionados a la gerencia, tales como administración de proyectos y control de calidad,
- conocimiento amplio en las ciencias de la computación, tales como algoritmos, programación, estructuras de datos, lenguajes de programación, sistemas de computadoras, bases de datos y arquitectura de computadoras,
- conocimiento de los fundamentos de ingeniería, que le permiten participar activamente en desarrollos de aplicaciones donde es necesaria la ingeniería, tales como sistemas de control, programas de análisis y programas de diseño,
- conocimiento básico de fundamentos de electrónica, necesario en el entendimiento de los aparatos físicos controlados por la programación y de los mecanismos internos de cualquier sistema de computadoras,
- capacidad para integrar y aplicar sus conocimientos en el desarrollo de proyectos novedosos de software,
- habilidad de comunicación oral y escrita en los idiomas inglés y español,
- 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,

- capacidad de aprender de sus experiencias y realizar trabajo en equipo,
- 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.

5.3 Componentes del Programa

5.3.1 Distribución de los Cursos por Area

Los/las estudiantes deberán aprobar un mínimo de 160 créditos distribuidos de la siguiente manera:

- 24 créditos de formación general
- 32 créditos en formación en ciencias y matemáticas
- 23 créditos en fundamentos de ingeniería
- 30 créditos en ciencias de computación
- 24 créditos en ingeniería de software
 - 6 créditos en electivas técnicas
- 12 créditos en electivas libres
- 9 créditos en electivas socio-humanísticas

A continuación se presenta el desgloce de los cursos por área.

Formación general: 24 creds.

Español	6
Inglés	12
Professional Conversation	1
Economía I	3
Elec. Educ. Física	2

Matemáticas y ciencias: 32 creds.

Cálculo I-III	11
Ecuaciones Diferenciales	3
Matemática Discreta	3
Química I	4
Física I,II	10

Fundamentos de ingeniería: 23 creds.

Diseño de ingeniería	2
Mecánica de ingeniería	3
Materiales de ingeniería	3
Termodinámica	3
Ética de Ingeniería	3
Probabilidad y Estadísticas Ingeniería	3
Economía ingeniería	3
Introducción a Circuitos Eléctricos	3

Ciencias de computación: 21 creds.

Programación I	3
Programación II	3
Algoritmos	3
Estructuras de Datos	3
Sistemas Operativos	3
Arquitectura Computadoras I	3
Arquitectura Computadoras II	3

Core CS & SWE: 15 créditos

Teoría Computacional	3
Lenguajes de Programación	3
Redes de Computadoras	3
Intro. to Software Engineering	3
Sistemas de Bases de Datos	3

Ingeniería de software: 18 creds.

Interacción Humano-Computadora	3
Especificación de Programas	3
Diseño de Programas	3
Construcción de Software	3
Prueba y Confiabilidad de Programas	3
Proyecto Ingeniería de Software I	3

Electivas técnicas: 6 creds.

Inteligencia Artificial	3
Compiladores	3
Desarrollo Sist. Distribuidos	3
Desarrollo Sist. Bases de Datos	3
Desarrollo Aplic. Ingeniería	3
Gráficas por Computadora	3
Desarrollo Sist. Tiempo Real	3
Sistemas Adheridos	3
Modelado y Simulación	3
Diseño de Interfaces de Usuario	3

5.3.2 Descripción de los Cursos

5.3.2.1 Cursos Requeridos

Debido a que los cursos de ciencias de computación requeridos para el programa podrían servir como cursos requeridos en el programa de Ingeniería de Computadoras y en el programa de Ciencias de Cómputos que se está proponiendo en la Facultad de Artes y Ciencias, se propone una codificación común CCOM (ciencias de computación) o cursos independientes y equivalentes en los departamentos concernidos. Cada programa podrá ofrecer estos cursos independientemente. Los/las estudiante recibirán crédito por estos cursos independientemente del departamento en donde los tomen. Los departamentos de cada programa serán responsable de proveer los recursos necesarios para cubrir su propia demanda por estos cursos.

CCOM3aaa. Introducción a Programación I. 3 crs. Prereq: Ninguno. Diseño de algoritmos, análisis de problemas y programación en un lenguaje de alto nivel procedimental. Sistemas numéricos, representaciones internas, constantes, variables y tipos de datos. Estructuras de control de decisión e iterativas. Funciones y mecanismos básicos de entrada/salida. Recursión. Problemas de programación, con aumento progresivo en dificultad. Énfasis en diseño de programas y desarrollo sistemático de software. Una (1) hora de laboratorio por semana.

CCOM3bbb. Introducción a Programación II. 3 creds. Prereq: INSW3aaa. Diseño de algoritmos, análisis de problemas y programación en un lenguaje de alto nivel orientado a objetos. Tipos de dato abstractos. Conceptos de programación orientada a objetos, incluyendo clases, jerarquía, asociaciones, métodos y envío de mensajes. Ambientes de desarrollo gráficos. Interacción con el usuario avanzada usando librerías de clases reusables. Una (1) hora semanal de laboratorio.

CCOMaaa. Algoritmos y Estructuras de Datos. 3 creds. Prereq: INSW002, MATE 3181. Estructuras de datos básicas, incluyendo estibas, listas enlazadas, árboles y grafos. Algoritmos y estructuras de búsqueda, sorteo y grafos. Análisis de rendimiento y complejidad computacional. Una (1) hora semanal de laboratorio.

CCOM4bbb. Lenguajes de Programación. 3 creds. Prereq: INSW4aaa. Estudio comparativo de lenguajes de programación, funcional, imperativo, orientado-objetos, y lógico. Conceptos de gramáticas de lenguajes, representación y tipos de data, procedimientos y funciones, procesamiento de símbolos, principios de programación concurrente y programación lógica.

CCOM4ccc. Sistemas de Bases de Datos. 3 creds. Prereq: INSW4aaa. Arquitectura de sistemas de bases de datos. Diseño de bases de datos. Modelos conceptuales y representacionales. Modelo E-R y modelo relacional. Álgebra relacional. El lenguaje SQL. Dependencias funcionales y normalización. Diseño y realización de aplicaciones usando sistemas de bases de datos. Una (1) hora semanal de laboratorio.

CCOM4ddd. Redes de Computadoras. 3 creds. Prereq: INSW4aaa, INSW4bbb. Modelo de estrato de redes de computadoras. Arquitecturas y topologías de redes de computadoras. Protocolos para los estratos de enlace, redes, transporte y aplicaciones. Puentes, interruptores y encaminadores. Algoritmos de acceso, conexión y encaminamiento. Seguridad en redes de computadoras.

CCOM4eee. Sistemas Operativos. 3 creds. Prereq: INSW4aaa, INSW4bbb. Arquitecturas de sistemas operativos. Agendas y coordinación de procesos, manejo de memoria, sistemas de archivos y control de entrada/salida. Servicios de sistemas operativos. Comunicación entre procesos. Introducción a sistemas operativos distribuidos.

CCOM4fff. Arquitectura y Organización de Computadoras. 3 creds. Prereqs: INSW4bbb, INEL4076. Computación, organización, control y comunicación en sistemas de computadoras. Aritmética de computadoras y estructuras de ALU y estructura, función y capacidades de buses. Sets de instrucciones y elementos de control de un CPU. Componentes de control de memoria, entrada/salida y coordinación de procesos. Arquitecturas RISC y CISC. Organización de sistemas de computadoras, incluyendo memoria física, memoria virtual, procesador, medios de almacenaje e interfaces.

INSW4sss. Procesos de Desarrollo. 3 creds. Prereqs: INSW4bbb. Introducción al proceso de ingeniería de software. Modelos de procesos de desarrollo y medidas relacionadas. Modelo lineal, modelos evolutivos, en espiral y de dominios de aplicación. Introducción a las actividades de desarrollo, incluyendo planificación, análisis, especificación, diseño, codificación, prueba e instalación. Control de versiones. Administración de configuración de programación. Herramientas CASE. Administración de proyectos. Ética en la ingeniería de software. Una (1) hora bisemanal de laboratorio.

INSW4ttt. Interacción Humano-Computadora. 3 creds. Prereqs: INSW4sss. Introducción a la interacción humano-computadora: características humanas y psicología cognocitiva, comunicación cara a cara y conversación, psicología social y organizacional, modelos de interacción. Diseño e implementación de interfaces gráficas: metodología para el desarrollo de GUIs y herramientas de desarrollo. Aplicación de la ingeniería de usabilidad en el diseño de interfaces gráficas: análisis heurístico y técnicas de evaluación.

INSW4uuu. Especificación de Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4sss. Técnicas para determinar, identificar y representar necesidades y requisitos. Métodos formales de especificación. Análisis orientado a objetos. Estándares de especificación de requerimientos. El lenguaje UML. Verificación de requerimientos. Herramientas de especificación. Administración de requerimientos. Arquitecturas de Programación. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4vvv. Diseño de Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4uuu. Elementos fundamentales y técnicas de diseño de software. Métodos formales de diseño. Diseño funcional y orientado a objetos. Estándares de especificación de diseño. El lenguaje UML. Validación y verificación de diseño. Métricas de diseño. Patrones de diseño. Diseño por contrato y el lenguaje Eiffel. Herramientas de diseño. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4xxx. Construcción de Software. 3 creds. Prereqs: INSW4vvv. Construcción de programas basado en diseño. Diseño detallado. Métricas de diseño detallado, proceso individual y construcción de software. Consideraciones de lenguajes de programación. Estándares y estilos de codificación. Revisión y pruebas. Reutilización. Distribución, instalación y mantenimiento. (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4www. Prueba y Confiables Programas. 3 creds. Prereqs: INSW4vvv. Pruebas y validación en el ciclo de vida de un sistema de software. Técnicas, herramientas y modelos formales de pruebas. Validación y verificación de especificaciones y diseño mediante pruebas en programas. Pruebas de unidad, integración, rendimiento, de esfuerzo y de tolerancia a fallas. Herramientas de prueba y depuración. Una (1) hora semanal de laboratorio.

INSW4yyy. Proyecto Ingeniería Software I. 3 creds. Prereqs: INSW4www, INSW4xxx. Primera parte de un curso de proyecto de ingeniería de software. Los estudiantes trabajarán en equipo para resolver problemas comerciales o industriales. Cada equipo será asignado un cliente interno o externo. El trabajo conlleva todo los aspectos del proceso de ingeniería de software al igual que presentaciones escritas y orales. La primera parte del curso termina con una presentación sobre el trabajo completado de las primeras etapas del proyecto.

INSW4zzz. Proyecto Ingeniería Software II. 3 creds. Prereqs: INSW4yyy. Segunda parte del curso de proyecto de ingeniería de software. Los estudiantes continúan trabajando sobre lo presentado en el primer curso. El trabajo termina con una presentación sobre el trabajo realizado y una evaluación del proyecto.

5.3.2.2 Electivas Técnicas

INSW5aaa. Desarrollo de Compiladores (ICOM4029) 3 creds. Prereqs: INSW4bbb. Técnicas de análisis de código fuente. Análisis léxico y gramático. Generación de código objeto eficiente. Componentes compiladores e interpretadores.

INSW5bbb. Inteligencia Artificial (ICOM5015). 3 creds. Prereqs: INSW4bbb. Introducción al campo de la inteligencia artificial. El lenguaje LISP. Técnicas de búsqueda, juegos, visión, representación del conocimiento, inferencia. Pruebas de teoremas. Entendimiento de lenguaje natural.

INSW5ccc. Desarrollo de Sistemas Distribuidos. 3 creds. Prereqs: INSW4eee. Arquitectura de sistemas operativos distribuidos. Implantación eficiente de servicios de red. RPC. Métodos para comunicación, coordinación y sincronización eficiente entre procesos distribuidos. Agendas y transacciones distribuidas. Programación de seguridad de sistemas distribuidos. Introducción a algoritmos distribuidos.

5.3.3 Modelo del Programa Propuesto

A continuación se presenta un modelo del programa. Este modelo está de acuerdo con la distribución de cursos mencionados en la sección 5.3.1.

AÑO 1 1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
ESPA3101 Español Básico I	3	
INGL3101 Basic English I	3	
MATE3031 Cálculo I	4	
QUIM3001 Química General I	4	
CCOM3aaa Programación I	3	
EDFI---- Elect. Educ. Física	1	
Total	18	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
ESPA3102 Español Básico II	3	ESPA3101
INGL3102 Basic English II	3	INGL3101
MATE3032 Cálculo II	4	MATE3031
BIOL3051 Biología General I	4	
CCOM3bbb Programación II	3	INSW3aaa
EDFI---- Elect. Educ. Física	1	
Total	18	

AÑO 2 1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
FISI3171 Física I	4	
FISI3173 Lab Física I	1	FISI3171 (c)
MATE3181 Matemática Discreta	3	MATE3031
INGL3201 Grammar and Composition I	3	INGL3102
ECON3021 Principios Economía I	3	
CCOM4aaa Algo. y Estructuras Datos	3	INSW3aaa MATE3181 (c)
Total	17	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
MATE3063 Cálculo III	3	MATE3032
FISI3172 Física II	4	FISI3171
FISI3174 Lab Física II	1	FISI3172 (c)
INGL3195 Professional convers.	1	INGL3102
CCOM4bbb Lenguajes de Programación	3	INSW4aaa
INGEaaaa Diseño de Ingeniería	2	
FILO4045 Etica de Ingeniería	3	
Total	17	

AÑO 3
1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4sss Procesos de Desarrollo	3	INSW4bbb
CCOM4ccc Sistemas Bases de Datos	3	INSW4aaa
MATE4009 Ecuaciones Diferenciales	3	MATE3033
INGE3035 Mecánica de Ingeniería	3	MATE3031
INEL4075 Intro. Circuitos Eléctricos	3	MATE3031
INME4045 Termodinámica	3	QUIM3002 FISI3172
Total	18	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4ttt Interacción Humano-Comput.	3	INSW4sss
INSW4uuu Especificación de Programas	3	INSW4sss
ININ4010 Estad. y Prob. Ingeniería	3	MATE3063 INGEaaaa
INEL4076 Fundamentos Electrónica	3	INEL4075
INGE3045 Materiales de Ingeniería	3	QUIM3002
INGL3236 Technical Report Writing	3	INGL3102
Total	18	

AÑO 4
1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
CCOM4ddd Redes de Computadoras	3	INSW3aaa
INSW4vvv Diseño de Programas	3	INSW4uuu
CCOM4fff Arq. y Org. Computadoras	3	INSW3bbb INEL4076
INSW---- Electiva Técnica	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	15	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4www Prueba y Confiab Programas	3	INSW4vvv
INSW4xxx Construcción de Software	3	INSW4vvv
CCOM4eee Sistemas Operativos	3	INSW4aaa INSW4bbb
INSW---- Electiva Técnica	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	15	

AÑO 5
1er Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4yyy Proyecto Ing. Software I	3	INSW4www* INSW4xxx
ININ4015 Economía Ingenieril	3	ININ4010
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Socio-Humanística	3	
Total	12	

2do Sem.

CURSOS	CRS	PREREQUISITOS
INSW4zzz Proyecto Ing. Software II	3	INSW4xxx
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Libre	3	
----- Electiva Libre	3	
Total	12	

* Mínimo 4to año y haber completado 30 créditos en INSW

5.3.4 Metodología Educativa y Estrategias Instruccionales

La metodología educativa en el programa académico propuesto estará dirigida a cumplir con los objetivos educativos del programa. En este programa se persiguen primordialmente: (i) la aplicación de las ciencias y la tecnología en el desarrollo de programación a gran escala, y (ii) la integración de las técnicas de trabajo en equipo para resolver problemas complejos. Las estrategias educativas utilizadas para enseñar los cursos serán diversas. Se utilizarán, entre otras, las técnicas de conferencia efectiva, trabajo independiente, aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo. Las capacidades de trabajo individual se desarrollarán mediante asignaciones y la preparación de informes 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. En especial, se usará el nuevo concepto de "fábrica", el cual consiste en un proyecto en que se realiza una actividad específica (ej. diseño) en el desarrollo de un producto. En otro proyecto (el cual puede ser de otro curso), el estudiante realizará otra actividad en otro producto, de tal forma que (i) se simule lo que sucede actualmente en la industria, donde un ingeniero pasa diversos proyectos de desarrollo y (ii) amplíe su visión global del proceso de desarrollo. Se entrenará a los estudiantes en el uso de herramientas aplicadas al desarrollo de programación mediante sesiones de laboratorio conducidas por el profesor o un ayudante de cátedra cualificado.

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

Los requisitos de admisión son dos: haber aprobado la escuela secundaria y tener el índice de ingreso mínimo requerido. El índice de ingreso es función del promedio general de escuela superior y la puntuación obtenida en el "College Board". El índice de ingreso mínimo se computará basado en una proyección de oferta/demanda dado por el número de solicitudes y la proyección de matrícula.

6.2 Proyección de la Matrícula

Basado en los recursos aquí requeridos, se estima que se podrá atender una matrícula de cincuenta (50) estudiantes de nuevo ingreso por año.

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

Se requiere la aprobación de un total de ciento sesenta (160) créditos para otorgar el grado según se indica en la sección 5.3.1.

7.2 Índices Académicos Mínimos

Se requiere un índice académico no menor de 2.0 para graduarse del programa.

7.3 Total de Créditos a Aceptarse en Transferencia

Debido a la alta demanda que se estima tendrá este programa no se aceptarán transferencias durante los primeros cinco (5) años. El número de créditos a aceptarse en transferencia será determinado una vez se tenga más experiencia con el programa,

7.4 Requisitos de Idioma

No aplica.

7.5 Tiempo Límite para Completar el Grado

El tiempo límite para completar el grado es de diez (10) años como estudiante a tiempo completo.

8. FACULTAD

8.1 Facultad Necesaria Para el Establecimiento del Programa

8.1.1 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software del Programa

Para ofrecer los cursos de ciencias de computación e ingeniería de software se requiere reclutar facultad con especialidad en campos de ingeniería de computadoras, ciencias de computadoras e ingeniería de software. Asumiendo una matrícula constante de 50 estudiantes de nuevo ingreso se estima necesario la contratación de 8 profesores/as con Ph.D. y 1.5 profesores/as con maestría en un periodo de 5 años. El número de profesores/as por área de especialidad necesarios/as para ofrecer el programa se indica en la tabla que sigue.

Tabla 8.1 Facultad Necesaria por Area de Especialidad en Ciencias de Computación e Ingeniería de Software

Area	Ph.D.	M.S.
Ingeniería o ciencias de computadoras		1.5
Sistemas operativos	1	
Bases de datos	1	
Interacción humano-computadoras	1	
Ingeniería de software	3	
Redes	1	
Arquitectura	1	
Totales	8	1.5

En la figura 8.1 se presenta la proyección de la facultad necesaria para ofrecer los cursos de ciencias de computación e ingeniería de software durante un periodo de 5 años. Esta proyección asume que la facultad con doctorado dictará tres cursos del programa anualmente y que la facultad con maestría dictará 8 cursos por año. Esto se basa en la deseabilidad de que la facultad con maestría se dedique completamente a la enseñanza mientras la facultad con doctorado dedique un 50% de su tiempo a la enseñanza (tres cursos de bachillerato y uno graduado anualmente) y otro 50% a la investigación.

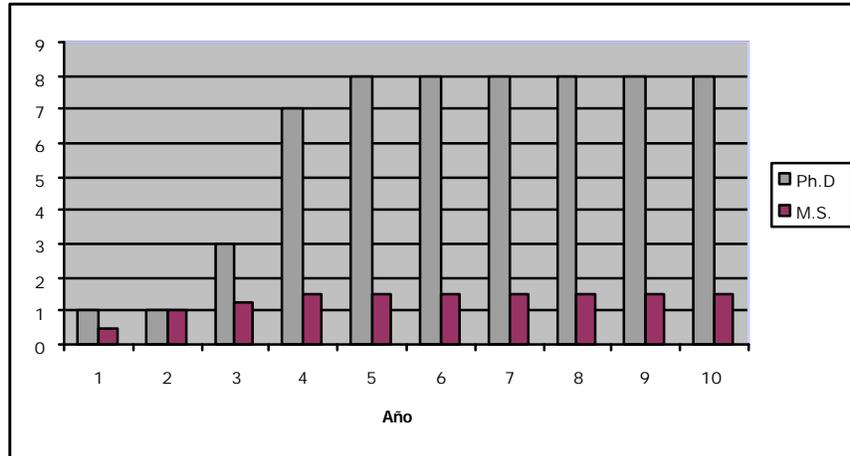


Figura 8.1 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software Durante los Primeros Cinco (5) Años

8.1.2 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas

Para poder ofrecer el programa se necesitará la contratación de facultad en disciplinas como español, inglés, humanidades, ciencias sociales, matemáticas, física, química, biología, educación física, ingeniería eléctrica, ingeniería general, ingeniería industrial y economía. En la tabla 8.2 se indica la facultad necesaria por disciplina asumiendo una matrícula anual de 50 estudiantes de nuevo ingreso. Se asume una carga académica anual de 8 cursos por profesor(a).

Tabla 8.2 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas

Area	Facultad
Español	0.50
Inglés	1.08
Socio-humanística	1.00
Matemáticas	1.42
Física	0.83
Biología	0.33
Química	0.33
Educación física	0.17
Ingeniería eléctrica	0.50
Ingeniería general	0.92
Ingeniería Industrial	0.50
Electivas libres	1.00
Economía	0.25
Total	8.83

En la figura 8.2 se presenta la proyección de la facultad necesaria para ofrecer los cursos de otras disciplinas durante un periodo de 5 años.

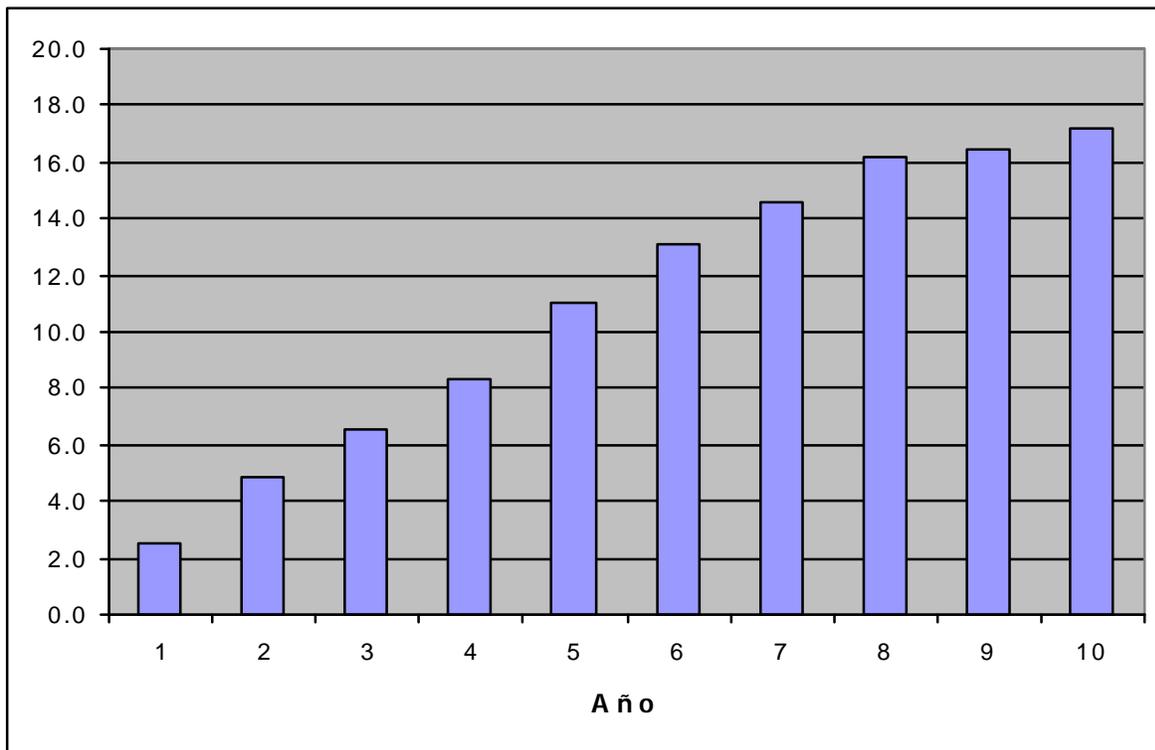


Figura 8.2 Facultad Necesaria para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas Durante los Primeros Cinco (5) Años

8.2 Plan de Reclutamiento de la Facultad

8.2.1 Reclutamiento de Facultad para Ofrecer los Cursos de Ciencias de Computación e Ingeniería de Software

La facultad del programa se reclutará según la proyección de la facultad indicada en la figura 8.1. La facultad necesaria para ofrecer los cursos de ciencias de computación e ingeniería de software se constituirá mediante tres iniciativas. Estas iniciativas se describen en las secciones 8.2.1.1 a la 8.2.1.3.

8.2.1.1 Reclutamiento de Facultad en el RUM

En el RUM existe profesores(as) con la preparación necesaria para dictar cursos en el programa que se propone. Sin embargo, estos(as) profesores(as) no se podrán transferir al nuevo programa hasta que se reclute un reemplazo para ellos(as).

8.2.1.2 Reclutamiento de Estudiantes Talentosos/as

Tradicionalmente en la facultad de ingeniería el método más efectivo para reclutar profesores/as cualificados ha sido enviar estudiantes talentosos/as a hacer doctorados en USA. Por esto se propone el desarrollo de una campaña agresiva de reclutamiento de estudiantes talentosos/as. Mediante esta campaña se deben seleccionar y subvencionar estudiantes para hacer doctorados. Al menos dos años antes de comenzar el programa se deben reclutar tres estudiantes para hacer estudios doctorales en ingeniería de software y uno en redes. El año antes de comenzar el programa se debe reclutar un estudiante para hacer estudios doctorales en arquitectura y uno en bases de datos.

Para que el plan de reclutamiento de estudiantes talentosos/as pueda tener éxito se propone que se le provea un estipendio a los/las estudiantes que cubra apropiadamente el costo de vida que representa realizar estudios doctorales. (Los estipendios que actualmente se proveen son sumamente bajos lo cual dificulta severamente el reclutamiento de estudiantes.)

8.2.1.3 Reclutamiento de Facultad Externa al RUM

Para completar la facultad para ofrecer los cursos de ciencias de computación e ingeniería de software se propone que se recluten tres profesores/as con maestría en ingeniería o ciencias de computadoras. Además se propone que se hagan gestiones para contratar profesores/as con doctorado en las áreas que se indican en la tabla 8.4. De tener éxito esta gestión el plan de reclutamiento de estudiantes talentosos (ver tabla 8.4) se revisaría.

Para que el proceso de reclutamiento sea efectivo se propone que se revise la escala salarial de ingeniería para que sea competitiva. Los salarios actuales de la Facultad de Ingeniería están por

debajo de muchas universidades y del salario que ofrecen muchas compañías a estudiantes de bachillerato.

8.2.1.4 Reclutamiento de Ayudantes de Cátedra

Además de reclutar facultad con maestría y doctorados es necesario reclutar ayudantes de cátedra para asistir al profesorado en la enseñanza de los cursos, particularmente en las sesiones de laboratorio. Se estima que será necesario reclutar un estudiante de cátedra por cada seis secciones. Tomando como base una matrícula de 50 estudiantes de nuevo ingreso por año se requerirá un total de 6 ayudantes de cátedra al cabo de cinco años. Estos ayudantes serán reclutados de los programas graduados de ciencias e ingeniería de computadoras.

8.2.2 Facultad para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas

En la tabla 8.4 se presenta el plan de reclutamiento de la facultad necesaria para ofrecer los cursos de otras disciplinas durante los primeros 10 años del programa.

Tabla 8.4 Plan de Reclutamiento de Facultad para Ofrecer los Cursos de Otras Disciplinas Durante los Primeros Diez Años

Disciplina	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Español	.5			.25		.25				
Inglés	.5	.5		.25	.25	.25	.25			
Socio-humanística				.5	.5		.25	.25	.25	.25
Matemáticas	.75	.5	.25	.25	.25	.5	.25			
Física		1		.33		.33				
Biología	.33			.17		.17				
Química	.33			.17		.17				
Educación física	.33									
Ingeniería eléctrica			.5			.25		.25		
Ingeniería general	.17		.5	.17		.25		.25		
Ingeniería Industrial			.25		.25	.17		.25		.17
Electivas libres				.5	.5		.25	.25	.25	.25
Economía		.25			.13		.13			

El reclutamiento de está facultad se llevará a cabo por los respectivos departamentos. Para este propósito se incluye una partida presupuestaria como parte del presupuesto recurrente del programa.

8.3 Plan para el Adiestramiento de la Facultad

La facultad del programa se reclutará debidamente adiestrada. 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

La Facultad de Ingeniería tiene 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. 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. Pensamos que la biblioteca general del Recinto Universitario de Mayagüez debe convertirse en el repositorio y centro de comunicación de información electrónica.

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 materiales audiovisuales, obtención de acceso electrónico a documentación y base de datos.

9.2.1 Obtención de Libros

Al inicio de cada semestre se requerirá de la Biblioteca General información sobre la disponibilidad de fondos para obtener libros. Se enviará a la Biblioteca General una lista de libros que deseará obtener para el siguiente semestre. La preparación de cada lista será coordinada con el/la representante de la biblioteca ante la facultad de ingeniería.

9.2.2 Obtención de Materiales Audiovisuales

Al principio de cada semestre se 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 la facultad.

9.2.3 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.

9.2.4 Uso de Otras Bibliotecas

Entendemos 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.

10. INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPO

10.1 Inventario de Facilidades Disponibles

Al presente no existen facilidades físicas disponibles para ofrecer el nuevo programa. Se propone la construcción de facilidades físicas de un área total de 12,000 pies cuadrados. El espacio de estas facilidades se distribuirá de la siguiente manera:

Cantidad	Tipo de Espacio	Area
4	salones de clases	2,000
3	laboratorios de software	3,000
20	oficinas de profesores(as)	2,400
10	oficinas de ayudantes de cátedra	500
	oficinas administrativas	2,000
	Salas de estudio y organizaciones estudiantiles	2,000
8	baños	800
4	salas de reuniones	1,200
	Total	13,900

Las facilidades propuestas deberán tener iluminación apropiada y sistemas de acondicionamiento de línea y UPS para todos los tomacorrientes eléctricos destinados a sistemas de comunicación de redes y sistemas de computación. Además, se instalará cablería y equipos de comunicación de redes digitales apropiadamente en todas las facilidades. En los laboratorios se instalarán cerraduras electrónicas. Las facilidades se habilitarán apropiadamente con mobiliario de oficina o equipos de computación según sea el caso.

Además de las facilidades físicas antes descritas se propone la construcción de 25 espacios de estacionamiento.

10.2 Impacto del Programa Sobre las Instalaciones Físicas Existentes

Debido a que se construirán nuevas facilidades físicas para ofrecer el programa no se vislumbra que éste tenga un impacto negativo en las facilidades existentes en el RUM.

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

Para ofrecer el programa se propone el establecimiento de tres laboratorios. Estos laboratorios se describen a continuación.

Laboratorio de Lenguajes y Sistemas Operativos - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de programación y de sistemas operativos. Este laboratorio contará con 50 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor operarán con el sistema operativo Linux. El software necesario consistirá de compiladores de lenguajes como C, C++, Java, etc.

Laboratorio de Ingeniería de Software - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de ingeniería de software. Este laboratorio contará con 50 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor operarán con el sistema Windows 2010. El software necesario consistirá de programas de administración de proyectos y diseño de programas.

Laboratorio de Desarrollo de Software - Este laboratorio servirá para apoyar los cursos de que requieren desarrollo de software. Este laboratorio contará con 50 estaciones de trabajo tipo PC, un servidor tipo PC, un servidor de alto rendimiento tipo Unix, una impresora láser de alta velocidad y un sistema de proyección de computadoras del alta iluminación. Las estaciones de trabajo al igual que el servidor PC operarán con el sistema Windows 2010. El servidor de alto rendimiento operará con el sistema operativo Unix. El software necesario consistirá de programas para desarrollar bases de datos como Oracle y Access, programas para desarrollar interfaz de usuario(a) como Delphi, JBuilder y Visual Basic, y programas para desarrollar aplicaciones de Web como Front Page y Page Mill.

Además de los sistemas de computación antes mencionados se requieren 9 computadoras tipo PC para el personal administrativo, 20 estaciones de trabajo (PC o Macintosh) para la facultad y 10 estaciones de trabajo tipo PC para los/las ayudantes de cátedra. Todas estas estaciones de trabajo deberán tener un micrófono y una mini cámara para facilitar videoconferencia y un sistema de interacción verbal. El software mínimo para estas estaciones consistirá de un paquete de productividad de oficina como Office 2010, un “browser” como Netscape 20.1.1, un programa de correo electrónico, un convertidor de formatos PDF (Acrobat) y un sistema de videoconferencia.

11. ACREDITACIÓN Y LICENCIA DEL PROGRAMA

11.1 Acreditación Profesional

Como todos los programas de ingeniería del RUM es deseable que el nuevo programa sea eventualmente acreditado por la “Accreditation Board of Engineering and Technology” (ABET). Una vez graduada la primera clase del programa se solicitará una visita de acreditación a esta agencia.

11.2 Licenciamiento por el CES

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

12. ADMINISTRACIÓN DEL NUEVO PROGRAMA

Se propone el establecimiento de un nuevo departamento para administrar el nuevo programa. El nuevo departamento se propone por que es necesario contar con una administración autónoma compuesta por facultad de la propia disciplina que pueda tomar decisiones sobre currículo, desarrollo de infraestructura, planificación, matrícula de estudiantes y reclutamiento de personal, sin que estas decisiones estén atadas al desarrollo y prioridades de otras disciplinas.

El nuevo departamento contará con el siguiente personal:

- un(a) Director(a)
- un(a) Director(a) Asociado(a)
- un(a) consejero(a) estudiantil
- un(a) oficial administrativo
- dos secretarias(os)
- tres administradores(as) de sistemas

Antes de comenzar el primer año se debe haber reclutado el/la Director(a), una secretaria/o, el/la consejero/a estudiantil, el/la oficial administrativo y un administrador(a) de sistemas. Para el segundo año se debe contratar el/la Director Asociado(a). Para el cuarto año se debe reclutar un secretaria/o y un administrador(a) de sistemas. Para séptimo año se debe reclutar un(a) administrador(a) de sistemas.

13. AYUDA ECONÓMICA PARA LOS ESTUDIANTES

Estudiantes cualificados/as podrán optar por las ayudas económicas en forma de becas o préstamos de agencias del gobierno de Puerto Rico y el gobierno federal. Los/Las estudiantes con aprovechamiento sobresaliente tendrán matrícula de honor y se les eximirá del pago de la misma.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 14.1 se presenta el presupuesto recurrente estimado para los primeros diez años del programa. En la tabla 14.2 se presenta el presupuesto no recurrente del programa para los primeros diez años. En la tabla 14.3 se indican los criterios utilizados para calcular los diferentes renglones del presupuesto.

Tabla 14.1 Presupuesto Recurrente del Programa Propuesto Durante los Primeros Diez Años.

Renglón	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Facultad de la disciplina	130,830	161,580	364,255	728,510	802,870	815,730	841,450	854,310	854,310	854,310
Facultad de otras disciplinas	112,048	216,589	306,228	328,637	395,866	384,662	384,662	384,662	384,662	384,662
Ayudantes de cátedra	4,800	9,600	19,200	38,400	43,200	40,800	40,800	40,800	40,800	40,800
Personal administrativo	85,610	94,610	94,610	114,880	114,880	114,880	114,880	114,880	114,880	114,880
Administrador(a) de sistemas	55,070	55,070	55,070	110,140	110,140	110,140	110,140	110,140	110,140	110,140
Estaciones de trabajo (workstation)	37,500	40,500	146,000	146,000	146,000	146,000	146,000	146,000	146,000	146,000
Servidores	4,000	0	50,000	8,000	0	50,000	12,000	0	50,000	12,000
Periferales	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Software	16,200	12,000	46,800	46,800	36,800	46,800	51,800	36,800	46,800	51,800
Recursos bibliotecarios	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Materiales didácticos	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Materiales de oficina	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Total	481,058	624,949	1,117,163	1,556,367	1,684,756	1,744,012	1,736,732	1,722,592	1,782,592	1,749,592

Tabla 14.2 Presupuesto No Recurrente del Programa

Renglón	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Construcción de Facilidades	1,542,900									
Estacionamientos	200,000									
Equipo de oficina	21,000	9,000		19,500						
Equipo de laboratorio (muebles)	25,000		25,000		25,000					
Total	1,788,900	9000	25000	19500	25000					

Tabla 14.3 Criterios para determinar el presupuesto

Renglón	Criterio
Facultad de la disciplina	<p>Escala de ingeniería:</p> <p>\$33,180 – Instructor (MS) \$36,060 – Catedrático Auxiliar (MS) \$43,704 – Catedrático Auxiliar (Ph.D.) \$49,920 – Catedrático Asociado (Ph.D.) \$58,128 – Catedrático (Ph.D.)</p>
Facultad de otras disciplinas	\$32,029 por profesor más beneficios marginales (Se asume mitad Instructores con MS y mitad Catedrático Auxiliar con Ph.D.)
Ayudantes de cátedra	\$7200 per capita (un ayudante por cada seis secciones)
Personal administrativo	De acuerdo a escalas salariales para personal no docente y compensaciones para Directores(as)
Administrador(a) de sistemas	\$40,000 por administrador/a más beneficios marginales
Estaciones de trabajo (workstations)	<p>\$2,500 por computadora de laboratorio, \$3,000 por cada computadora para personal administrativo. Se asume que cada estación de trabajo se reemplaza al cabo de dos años.</p> <p>La cantidad de estaciones de laboratorio necesarias se estimó con la siguiente ecuación $S*E*P/(H*W)$, donde S- número de secciones (variable) E- número de estudiantes por sección (25) P- número de horas por semana que un estudiante necesitaría bajo condiciones pico (10) H- número de horas que estaría disponible una computadora por día (16) W- número de días a la semana que estaría disponible una computadora (7)</p>
Servidores	\$4,000 por server PC y \$50,000 por server Unix. Se asume que cada servidor se reemplaza al cabo de tres años.
Periferales	\$10,000 anuales
Software	\$800 por workstation, \$5000 por servidor PC y \$10,000 por servidor Unix. Este costo se contabiliza solamente en el año en que se compra cada computadora.
Recursos bibliotecarios	\$5000 por año
Materiales didácticos	\$15,000 por año
Materiales de oficina	\$15,000 por año
Construcción de facilidades	13,900 pies cuadrados @ \$111 el pie cuadrado
Estacionamientos	25 @ \$8000 por espacio
Equipo de oficina (muebles, anaqueles, fotocopiadoras, etc.)	\$3,000 por personal administrativo y \$1,500 por profesor(a)
Muebles de laboratorio	\$500 por computadora

15. INGRESOS

En adición a los ingresos por conceptos de matrícula en la Facultad de Ingeniería se reciben donaciones de compañías privadas para desarrollar laboratorios académicos, tecnologías de información didácticas y de investigación. 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.

16. EVALUACION

Para determinar el grado de éxito del programa se realizarán una evaluación del mismo al cabo de 6 años. En esta evaluación se utilizaran los siguientes indicadores:

Indicador	Expectativas
Admisiones	50 estudiantes por año con índices de ingreso superior al 95% de los/las estudiantes admitidos/as al RUM
Retención	90% de retención
Graduandos	90% de los/las estudiantes originalmente admitidos/as graduándose en cinco años
Empleos	85% de los/las egresados/as con ofertas de trabajo en campos afines con la ingeniería de software
Estudios Graduados	15% de los/las egresados/as admitidos/as a universidades reconocidas para proseguir estudios graduados
Acreditación	El programa deberá estar acreditado al cabo del sexto año.
Donativos	\$500,000 en el periodo de 6 años