



SEGUNDO CONCURSO DE PROYECTOS FONDO COMPETITIVO

REFORMULACIÓN del proyecto

UCH0009-Postgrado

**CRECIMIENTO E INTERNACIONALIZACIÓN DEL
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA, MENCIÓN MODELACIÓN MATEMÁTICA**

UNIVERSIDAD DE CHILE

LINEA DE APOYO AL POSTGRADO

DICIEMBRE DE 2000

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACION DEL PROYECTO	3
1.1. TITULO	3
1.2. TIPO DE PROYECTO	3
1.3. UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO	3
1.4. UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S).....	3
1.5. COMPROMISO DEL RECTOR	4
1.6. LINEA DE APOYO Y MODALIDAD	4
1.7. UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP)	4
1.8. URP ASOCIADAS	4
1.9. DURACION	4
1.10. DIRECTOR	4
1.11. DIRECTOR ALTERNO.....	5
1.12. COMITÉ ASESOR DEL PROYECTO	5
1.13. RESUMEN DEL PROYECTO.....	5
1.14. SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RECURSOS	6
1.15. RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y USOS	6
1.16. RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y AÑOS.....	7
2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP	7
2.1. MISION	7
2.2. ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS	7
2.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	20
2.4. ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION	20
3. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION.....	22
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA	22
3.2 SITUACION SIN PROYECTO.....	22
3.3 SITUACION CON PROYECTO.....	25
4. COHERENCIA DEL PROYECTO CON LA MISION INSTITUCIONAL Y LA MISION DE LA URP.....	27
5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.....	27
5.1. OBJETIVOS GENERALES	27
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	27
6. IMPLEMENTACION.....	28
6.1. ACTIVIDADES.....	28
6.1.1. DEFINICION DE ACTIVIDADES	28
6.1.2. VINCULACION DE OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RECURSOS	29
6.1.3. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES (CARTA GANTT)	30
6.2. EQUIPO DEL PROYECTO	33
6.2.1. DEFINICION DE ROLES	33
6.2.2. ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE GESTION DEL PROYECTO.....	33
6.2.3. UNIDAD DE COORDINACION INSTITUCIONAL.....	33
6.2.4. COMITE ASESOR DEL PROYECTO.....	36
6.3 RECURSOS.....	38
6.3.1 RECURSOS SEGÚN FUENTES, USOS Y AÑOS	38
6.3.2. MEMORIA DE CALCULO	39
6.3.3. SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO	42
6.3.4 ANTECEDENTES RELATIVOS A OBRAS.....	45
7. SEGUIMIENTO Y EVALUACION	47
7.1. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO	47
7.2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION	51
8. ANEXOS	52
8.1. ANEXO 1. CURRICULUM VITAE RESUMIDO.....	52
8.2 ANEXO 2. PLAN DE ADQUISICIONES	52
8.3. ANEXO 3. INFORMACION ADICIONAL.....	52

1. PRESENTACION DEL PROYECTO

1.1. TITULO

Crecimiento e Internacionalización del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Mención Modelación Matemática.

1.2. TIPO DE PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo central el crecimiento e internacionalización del programa de doctorado en Modelación Matemática. Para alcanzar este objetivo se proponen las siguientes acciones: aumento del número de estudiantes en formación, consolidación del programa de estadías de investigación de estudiantes en etapa de tesis, participación de estudiantes tesistas en congresos internacionales, creación de nuevos cursos y seminarios mediante la incorporación activa de investigadores extranjeros, organización de escuelas de verano, elevación del nivel de dominio del idioma inglés hablado por parte de los estudiantes y la mejora en los recursos bibliográficos a disposición de los estudiantes e investigadores del programa.

Las acciones anteriores están destinadas a conseguir metas superiores como son: La formación de doctores de alto nivel insertos en el medio internacional, realizando investigación en matemáticas aplicadas, en temas relevantes y con impacto. El aumento de la calidad y cantidad de las publicaciones generadas por los estudiantes del doctorado. El fortalecimiento de la capacidad de atracción de nuevos estudiantes al programa. El mejoramiento del impacto global del programa de doctorado aumentando su influencia científica en el medio nacional e internacional.

Son rasgos característicos de este proyecto la calidad y la excelencia académica de los profesores del programa. Estas se ven reflejadas en la calidad y cantidad de publicaciones internacionales que generan, así como en los múltiples lazos que se cultivan con el medio académico nacional e internacional. Lo anterior avala el nivel de los cursos impartidos en el programa y permite la adecuada inserción de los estudiantes en el medio internacional. Por otra parte, la creciente atención a grandes problemas del medio productivo nacional que trae consigo el naciente Centro de Modelamiento Matemático, creado en el seno de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, proporciona a los estudiantes del programa nuevas perspectivas para el desarrollo de la matemática y de sus aplicaciones.

1.3. UNIVERSIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO

Universidad de Chile.

1.4. UNIVERSIDAD(ES) ASOCIADA(S)

No.

1.5. COMPROMISO DEL RECTOR

El Rector que suscribe presenta formalmente el proyecto adjunto, acepta las bases y condiciones del concurso y asume la responsabilidad de cumplir los compromisos de ejecución del mismo, en caso de aprobarse.

LUIS RIVEROS CORNEJO.	
Nombre del Rector	Firma del Rector

1.6. LINEA DE APOYO Y MODALIDAD

- LINEA DE APOYO

A. Pregrado

B. Postgrado

- MODALIDAD

A. Doctorados Acreditados

B. Doctorados Nuevos

C. Maestrías en Artes, Educación, Humanidades o Cs. Sociales

1.7. UNIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO (URP)

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

1.8. URP ASOCIADAS

Ninguna.

1.9. DURACION (MESES)

3	6
---	---

1.10. DIRECTOR

NOMBRE Patricio Felmer	INSTITUCION Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Matemática	CARGO EN LA INSTITUCION Director
E MAIL PFelmer@dim.uchile.cl	TELEFONO 678 44 43 FAX: 688 38 21	

1.11. DIRECTOR ALTERNO

NOMBRE Pablo Dartnell R.	INSTITUCION Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Matemática	CARGO EN LA INSTITUCION Coordinador de Postgrado del Departamento de Ingeniería Matemática
E MAIL Dartnell@dim.uchile.cl	TELEFONO 678 44 43 FAX: 688 38 21	

1.12. COMITE ASESOR DEL PROYECTO

NOMBRE	INSTITUCION	CARGO EN LA INSTITUCION
1 Rodolfo Rodríguez	Universidad de Concepción	Director de postgrado.
2 Pierre Collet	CNRS	Professor.
3 Ralph Tyrrel Rockafellar	University of Washington	Professor.

1.13. RESUMEN DEL PROYECTO

Desde su creación en 1989, el doctorado en Modelación Matemática ha tenido un crecimiento sostenido, contándose en la actualidad con un total de 16 alumnos inscritos y 8 doctores egresados del programa. El problema que enfrenta el programa en esta etapa de su desarrollo es la continuidad de este crecimiento y la necesidad de dar un impulso adicional para lograr su inserción internacional. Este proyecto, planeado en un horizonte de 3 años, aborda el problema planteado mediante la creación de becas y el aumento del contacto internacional de los estudiantes. Además este proyecto proporciona recursos para una mejora importante del material bibliográfico.

Para la ejecución del proyecto se cuenta con un cuerpo docente dinámico, actualizado y exigente, y con una infraestructura adecuada que se enmarca hoy día en las nuevas dependencias del Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) y del Centro de Modelamiento Matemático (CMM). El programa de doctorado, que ha dado muestras de seriedad y calidad en sus egresados, enfrenta una creciente demanda de doctores en matemáticas aplicadas principalmente en el medio académico, pero también en el medio productivo y de servicios. El DIM y el CMM tienen una muy buena posición internacional y el doctorado en Modelación Matemática resulta ser una alternativa atractiva y única a nivel nacional y latinoamericano.

Los objetivos específicos apuntan a la captación de nuevos estudiantes a nivel nacional y latinoamericano y a la internacionalización del programa, acrecentando el contacto de nuestros estudiantes con el medio científico internacional, incrementando el espectro de cursos y proveyendo a los estudiantes de material bibliográfico adecuado. Los objetivos perseguidos son coherentes con la misión institucional de la URP, en tanto estos buscan desarrollar, potenciar e internacionalizar sus programas de doctorado.

Se está solicitando un total de 300,8 MMS\$, recursos destinados mayoritariamente para perfeccionamiento (90%) que incluye becas de estudio, estancias de investigación, participación en congresos y la incorporación de académicos extranjeros para aumentar la variedad de cursos y seminarios ofrecidos. El

monto restante (10%) es para la adquisición de libros y material de apoyo bibliográfico orientados a la formación y a la investigación relativa al postgrado. La contraparte financiada corresponde a un 61% de los montos solicitados. La inversión se ha distribuido en un 28%, 34% y 38% en los tres años de desarrollo del proyecto.

1.14. SINTESIS VINCULACIÓN ENTRE OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RECURSOS

Se otorgarán 6 becas de doctorado por un total de 141,3MM\$ siguiendo los estándares de CONICYT. Para el otorgamiento de estas becas se realizará un programa de atracción de candidatos a nivel nacional e internacional (principalmente latinoamericano), para después elegir entre aquellos postulantes con mejores antecedentes académicos. Esta asignación se realizará asegurando que al menos un 60% de los estudiantes del doctorado sean chilenos. Se realizarán escuelas de verano anuales con el fin de promover el programa de doctorado en el medio nacional e internacional. Estas escuelas de verano proporcionan una inmejorable oportunidad para que los estudiantes conozcan el programa y estos se den a conocer ante la comité académico que realizará la selección. Estas actividades irán acompañadas de una campaña de difusión nacional e internacional con financiamiento del DIM. Se proyectan anualmente 5 estadias de investigación de un promedio de 5 meses cada una con recursos de 60MM\$ y 11 participaciones anuales en congresos y escuelas de verano internacionales con recursos de 21,6MM\$. Se contempla una actividad destinada al perfeccionamiento del idioma de los estudiantes del doctorado y la incorporación de académicos extranjeros a la docencia por visitas de 2 a 3 meses con recursos de 48 MM\$, proyectándose la creación de 4 nuevos cursos y seminarios cada año. Esta iniciativa incrementará también el contacto científico internacional de nuestros alumnos. Para la adquisición de material bibliográfico y de apoyo a biblioteca se contemplan 31,7MM\$.

1.15. RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y USOS

(millones de pesos)

1.16. RESUMEN RECURSOS SEGÚN FUENTES Y AÑOS

(millones de pesos)

2. PLAN ESTRATEGICO DE LA URP

2.1. MISION

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile tiene por misión:

- Dar formación superior integral en el área de la ingeniería, geología y ciencias afines, conducente a títulos profesionales y grados académicos de Magister y Doctorado.
- Mantener un cuerpo académico de excelencia que, estando en las fronteras del conocimiento de su especialidad, entregue una docencia de alto nivel y realice investigación científica y tecnológica para contribuir al conocimiento en el área y a la solución de problemas relevantes.
- Aportar al desarrollo socioeconómico del país mediante la creación, transferencia, innovación, adaptación y difusión de nuevas tecnologías y procesos.

2.2. ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS

2.1.1 ANALISIS DE LOS FACTORES EXTERNOS

- **Oportunidades**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene una gran presencia en el medio nacional por la calidad de los servicios académicos ofrecidos. Esto se traduce en oportunidades para captar una parte importante de los mejores alumnos egresados de la enseñanza media del país. Similarmente, el mercado profesional chileno reconoce la calidad de la formación ofrecida por nuestra Escuela de Ingeniería y Ciencias, generando oportunidades para aportar significativamente al desarrollo del país. Por otra parte, un cuerpo académico con oficio y presencia en el desarrollo de la investigación científico-tecnológica constituye una base importante para la generación de nuevo conocimiento y es el sustento para la fortaleza de nuestros programas de postgrado, tanto a nivel de Magister como Doctorado.

En el ámbito descrito, se pueden detectar las siguientes oportunidades para la Facultad:

- Necesidad por cambios significativos en la enseñanza de la ingeniería y la geología, representado por nuevos enfoques, capacidad de innovación y la utilización de nuevas herramientas tecnológicas por los futuros profesionales.
- Adecuación de la formación tecnológica a un mundo globalizado y altamente competitivo.
- Existencia de un mercado laboral en expansión en áreas científicas y tecnológicas específicas y tradicionalmente poco desarrolladas en el país. Nuevas etapas de desarrollo económico requieren habilidades y una gama de conocimientos más allá de los, hasta ahora, convencionales en el mercado nacional.
- Demanda, en la actualidad, por esquemas de educación continua y formación de postgrado a nivel de Magister y Doctorado.
- Demanda por enfoques multidisciplinarios a la solución de problemas.
- Consolidación de nuevas tecnologías, locales y remotas, en el ámbito de un marco informático coherente y sujeto a estándares internacionales.

- **Amenazas**

El punto que ilustra con mayor claridad nuestro análisis es la existencia de rankings internacionales de productividad que muestran la exasperante postergación que el país mantiene en los aspectos de recursos humanos y de desarrollo y aplicaciones de ciencia y tecnología. Esta situación está generando una brecha tecnológica significativa entre Chile y los países desarrollados, con el consecuente aumento de la dependencia tecnológica y las restricciones en el desarrollo económico que tal situación conlleva. Específicamente, se destacan:

- Masificación de una oferta científica-tecnológica que no necesariamente satisface estándares de excelencia profesionales y académicos compatibles con las exigencias de un mercado globalizado.
- Falta de un dimensionamiento de los costos reales del esfuerzo científico-tecnológico.
- Dependencia como sinónimo de globalización.

2.1.2 ANALISIS DE LOS FACTORES INTERNOS

- **Unidad responsable y servicios ofrecidos**

- **Estructura de la Facultad**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas está estructurada en Departamentos y Centros para el desarrollo de sus actividades académicas y de servicios internos y externos. La estructura se complementa con la Escuela de Ingeniería y Ciencias responsable del pregrado (formación profesional) y la Escuela de Postgrado para los estudios de postítulo y postgrado propiamente tales. La administración central está encabezada por el Decano con la asesoría del Vicedecano, la Dirección Académica y Estudiantil, la Dirección Económica y Administrativa y la Dirección de Investigación.

Los Departamentos que forman parte de la Facultad son:

Astronomía	Ciencias de la Computación
Estudios Humanísticos	Física
Geofísica	Geología

Ingeniería Civil	Ingeniería Eléctrica
Ingeniería Industrial	Ingeniería Matemática
Ingeniería Mecánica	Ingeniería de Minas
Ingeniería Química	Química
Ingeniería de los Materiales	

Los Centros de investigación FONDAP son:

Centro de Modelamiento Matemático
Centro de Ciencia de los Materiales

Los Centros de servicios que complementan las actividades de Facultad son:

Centro de Estudios Espaciales
Centro de Computación
Centro de Investigación y Aplicaciones Tecnológicas, CINAT
Centro Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones, CENET

□ **Actividad docente**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas imparte docencia superior en Ingeniería y Geología. También lo hace en áreas interdisciplinarias como Biotecnología y Medio Ambiente y en otras netamente científicas como Astronomía, Física y Geofísica. Se cuenta con alrededor de 3500 alumnos de pregrado y 300 alumnos de postgrado actualmente matriculados. La Escuela de Ingeniería y Ciencias es la unidad académica encargada de dirigir y administrar la docencia de pregrado. Actualmente, ofrece los siguientes grados y carreras profesionales:

- **Licenciaturas en Ciencias**
 - ◆ Mención Astronomía
 - ◆ Mención Física
 - ◆ Mención Geofísica
 - ◆ Mención Geología
 - ◆ Mención Química

- **Licenciaturas en Ciencias de la Ingeniería**
 - ◆ Mención Biotecnología
 - ◆ Mención Civil
 - ◆ Mención Industrial
 - ◆ **Mención Matemática**
 - ◆ Mención Mecánica
 - ◆ Mención Minas
 - ◆ Mención Química

- **Títulos Profesionales**
 - ◆ Ingeniero Civil en Biotecnología
 - ◆ Ingeniero Civil,
 - ✓ Mención Estructuras y Construcción;
 - ✓ Mención Hidráulica, Sanitaria y Ambiental;
 - ✓ Mención Transporte;
 - ◆ Ingeniero Civil en Computación
 - ◆ Ingeniero Civil Electricista
 - ◆ Ingeniero Civil Industrial
 - ◆ Ingeniero Civil en Materiales

- ◆ **Ingeniero Civil Matemático**
- ◆ Ingeniero Civil Mecánico
- ◆ Ingeniero Civil en Minas
- ◆ Ingeniero Civil Químico

La Escuela de Postgrado, cuyo objetivo principal es la formación de especialistas con conocimientos avanzados en ciencias puras y ciencias de la ingeniería que deseen orientarse tanto a la investigación y docencia como al ejercicio innovativo de la profesión, ofrece los siguientes programas:

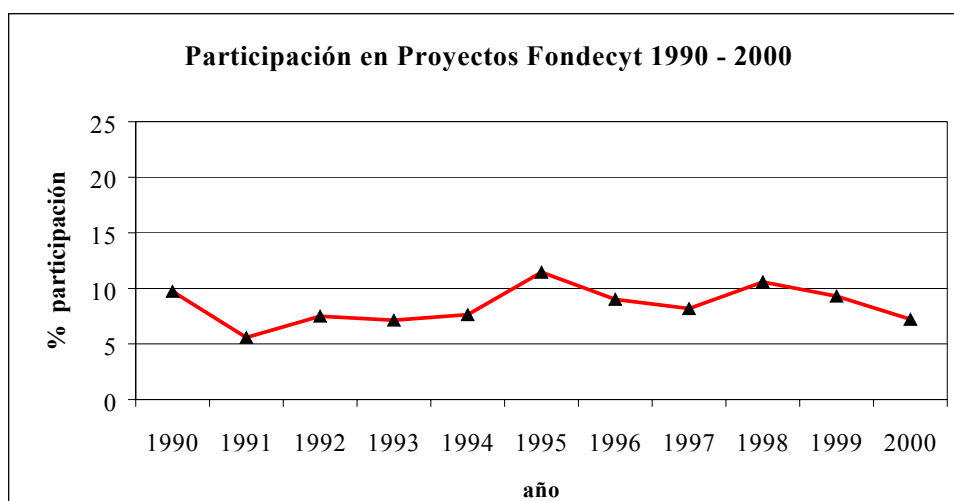
- **Postítulos**
 - ◆ Estrategia y Control de Gestión
 - ◆ Gestión de Empresas para Ingenieros
 - ◆ Preparación y Evaluación de Proyectos
 - ◆ Gerencia Pública
 - ◆ Medio Ambiente
 - ◆ Internetworking
- **Magister en Ciencias**
 - ◆ Mención Astronomía
 - ◆ Mención Computación
 - ◆ Mención Física
 - ◆ Mención Geofísica
 - ◆ Mención Geología
 - ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)
- **Magister en Ciencias de la Ingeniería**
 - ◆ Mención Ingeniería Biomédica
 - ◆ Mención Ingeniería Eléctrica
 - ◆ Mención Ingeniería Industrial
 - ◆ Mención Ingeniería Mecánica
 - ◆ Mención Ingeniería Química
 - ◆ Mención Ingeniería de Transporte
 - ◆ **Mención Matemáticas Aplicadas**
 - ◆ Mención Metalurgia Extractiva
- **Magister en Gestión y Políticas Públicas**
- **Magister en Gestión y Dirección de Empresas**
- **Magister en Gestión de Operaciones**
- **Magister en Economía Aplicada**
- **Doctorado en Ciencias**
 - ◆ Mención Astronomía
 - ◆ Mención Computación
 - ◆ Mención Física (con Facultad de Ciencias)
 - ◆ Mención Geología
 - ◆ Mención Química (con Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas y Farmacéuticas)
- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería**

- ◆ Mención Automática
 - ◆ Mención Ciencia de los Materiales
 - ◆ Ingeniería Química
 - ◆ **Modelación Matemática**
- **Doctorado en Economía** (con Facultad de Economía)

□ Actividad en investigación

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas **tiene por preocupación central el desarrollo de investigación en ciencias y tecnología**, además de la formación de recurso humano del más alto nivel. Con un cuerpo de alrededor de 200 académicos jornada completa, se ha logrado un nivel de competencia reconocido en la institución y en el ámbito nacional e internacional. En la última década, el hecho que **cinco académicos de la Facultad hayan recibido el Premio Nacional de Ciencias** es una muestra de los estándares alcanzados.

La competitividad de la Facultad en investigación se manifiesta en su participación en diferentes fondos nacionales concursables. En el caso de Fondecyt, sólo la Facultad tiene una participación que varía entre el 5 y el 10% de todos los proyectos aprobados anualmente, como se indica en el gráfico adjunto.



Este número de proyectos corresponde a alrededor de un tercio de los proyectos aprobados por la Universidad de Chile. Claramente, si se considera sólo las áreas de competencia de la Facultad, las cifras indican una fuerte participación a nivel nacional.

En Fondef, la participación de la Facultad es también importante con 26 proyectos aprobados desde el inicio del programa en 1992. Recientemente, se han creado en la Facultad dos **centros Fondap** (de los cuatro creados en el país) en las áreas de **Modelación Matemática** y Ciencia de los Materiales.

La participación de unidades de Facultad en proyectos con instituciones del ámbito público y privado es también parte de las actividades realizadas sistemáticamente. Un ejemplo reciente fue la participación de un número importante de especialistas de Facultad en proyecto Y2K

de Mideplán para evitar una posible catástrofe de los sistemas básicos del país frente a la incertidumbre informática generada por el cambio de milenio. Otros ejemplos incluyen la participación en el diseño de los esquemas de concesiones para el Ministerio de Obras Públicas, programas para el fortalecimiento e investigación en el área minera con Codelco y otras empresas del sector, desarrollo de una incubadora de empresas en el área informática con base Internet y la colaboración de Intec y empresas privadas, etc.

- **Recursos y capacidades desarrolladas**

- **Personal y Estudiantes**

Las tablas siguientes dan una idea general de los alumnos de pre y postgrado y el cuerpo académico de la Facultad.

Estudiantes

	Año 1996	Año 1997	Año 1998	Año 1999	Año 2000
PREGRADO					
Matricula total	3610	3380	3489	3571	3755
Matricula 1er año	532	532	558	565	567
PAA promedio 1er año	721,3	724,5	729,5	731,5	740,9
Titulados	323	336	570	706	300*
POSTGRADO					
Matricula total	184	225	307	357	400
Graduados	47	34	48	40	12*

*) Cifra del primer semestre año 2000

Personal

	Año 1996	Año 1997	Año 1998	Año 1999	Año 2000
Total académicos	735	625	609	614	599
Total académicos J.C.E.*	291	256	233	250	242
Académicos J.C.**	249	215	194	216	207
J.C. (Doctorado)	50%	58%	65%	65%	72%
J.C. (Magister)	14%	13%	12%	9%	7%
J.C. (Título Profesional)	36%	29%	23%	26%	21%

*) J.C.E. Jornada Completa Equivalente base 44 horas semanales

***) J.C. Académico con 22 o más horas semanales

□ Recursos Materiales

➤ Instalaciones

La Facultad ocupa una planta física de aproximadamente 75.000 m² de construcción, distribuidos en diversos edificios. En ellos se desarrollan las actividades lectivas, los laboratorios docentes y de investigación y se ubican las oficinas del personal. También forman parte de la Facultad el Observatorio Astronómico ubicado en el cerro Calán, el Centro de Estudios Espaciales de Peldehue y los laboratorios zonales del IDIEM en Arica y Concepción.

Se dispone de alrededor de 50 laboratorios, algunos de ellos dedicados exclusivamente a la docencia y otros a la investigación. Algunos de los laboratorios más importantes son: Laboratorio de Modelos Hidráulicos, Laboratorio de Microbiología del Agua, Laboratorio de Biotecnología, Laboratorio de Pruebas de Alta Tensión, Laboratorio de Mecánica de Rocas, Laboratorio de Termofluidos, Laboratorio de Metalurgia, Laboratorio de Vibraciones Mecánicas, Laboratorio de Hormigones y Estructuras, Laboratorio de Cristalografía, Laboratorio de Técnicas Especiales (Rayos X, Microscopía Electrónica, XPS), Laboratorio de Operaciones Unitarias, Laboratorio de Físico-Química, Laboratorios docentes de Química y Física, Laboratorio de Geotecnia, Laboratorio de Internetworking, Laboratorio de Cálculo Numérico, etc..

➤ Infraestructura computacional y de comunicaciones

Globalmente, el sistema se sustenta sobre una infraestructura computacional adecuada, con conexión ininterrumpida a las redes internacionales y con acceso local y facilidades de acceso remoto. La Facultad ha sido pionera en el uso de las redes computacionales en el país y su aplicación en soluciones docentes y administrativas. Empezando con redes SNA, Novell, token-ring, ethernet, y luego evolucionando hacia los protocolos TCP-IP, ha integrado su red, a redes mundiales como la red UUCP y Bitnet, para luego disponer del primer enlace a Internet en Chile desde las dependencias del Centro de Computación.

La red troncal de Facultad ha ido evolucionando en forma paralela al desarrollo de las redes departamentales, empezando como un "Backbone" ethernet (a 10Mbps), para ya en el año 1992 dar paso a uno FDDI (de 100 Mbps), que durante este año ha sido transformado en una Red Troncal ATM (con enlaces de 155Mbps, basados en una matriz de 5Gbps, ampliable a enlaces de 622Mbps, con matriz de 10Mbps, en los mismos equipos), teniendo un soporte paralelo basado en FastEthernet (a 100Mbps, con matriz de 1.2Gbps).

Existen alrededor de 20 redes departamentales unidas mediante la red troncal, que soportan alrededor de un millar de equipos.

El Centro de Computación de la Facultad se ha encargado del desarrollo orgánico de la red troncal, adecuando la infraestructura a los requerimientos de las nuevas tecnologías, estando en condiciones de crear servicios basados en estas tecnologías como por ejemplo, el disponer de servidores de video en demanda.

2.1.3 INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN MODELACIÓN MATEMÁTICA.

- ◆ **Objetivos del programa.** El programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Modelación Matemática, fue creado por decreto 001736 en 1989 y tiene por finalidad la formación científica de académicos del más alto nivel, aptos para realizar investigaciones originales, cuyos resultados constituyan un aporte significativo al conocimiento de las Matemáticas Aplicadas. El programa capacita, a su vez, al candidato para ejercer docencia universitaria de pre y postgrado en esta área, y para brindar asesorías técnico-científicas en otras disciplinas vinculadas a las Matemáticas Aplicadas.
- ◆ **Pertinencia en el contexto científico.** El programa es la principal fuente de investigadores en Matemáticas Aplicadas con grado académico de doctor en nuestro país. Constituye un importante complemento a la labor de formación de pregrado que realizan el Departamento de Ingeniería Matemática de la Universidad de Chile (con su carrera de Ingeniería Civil Matemática) y otros departamentos de Matemáticas Aplicadas de Chile, ofreciéndole a los mejores graduados de estos programas la oportunidad de completar sus estudios de postgrado al nivel de doctorado, en contacto con académicos del más alto nivel. El programa se ha convertido también, en los últimos años, en una alternativa válida para que los mejores estudiantes graduados de carreras de Matemáticas Aplicadas del resto de latinoamérica efectúen sus estudios de doctorado.
- ◆ **Descripción del cuerpo docente.** El cuerpo docente está formado completamente por doctores la mayor parte de ellos graduados en EE.UU. y Francia. La composición de este cuerpo docente se desglosa en 7 profesores titulares, 7 profesores asociados y 9 profesores asistentes. 21 de estos académicos poseen una dedicación exclusiva. Además hemos contado con académicos externos del más alto nivel (4 profesores extranjeros y 2 nacionales) que han dictado cursos en nuestro doctorado. Dos de nuestros académicos titulares han sido distinguidos con el Premio Nacional de Ciencias y entre ellos también dos han obtenido Cátedras Presidenciales. Entre nuestros docentes se encuentran además dos académicos que han obtenido el grado de Doctor en nuestro postgrado y que se cuentan entre los académicos jóvenes de nuestro departamento. Por otro lado, el cuerpo académico posee alta productividad en términos de publicaciones ISI. En los últimos 5 años, se cuentan alrededor de 200 publicaciones en revistas internacionales de prestigio.

Titulares:

Roberto COMINETTI C-C. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
 Doctor (HDR) en Matemáticas Aplicadas, Universidad Blaise Pascal.
 Carlos CONCA R. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
 Doctor en Ciencias Matemáticas, U. Pierre et Marie Curie.
 Rafael CORREA F. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
 Doctor en Ciencias Matemáticas, U. Blaise Pascal.
 Patricio FELMER A. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
 Ph.D. in Mathematics, University of Wisconsin.
 Eric GOLES Ch. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
 Doctor en Ciencias Matemáticas, U. de Grenoble.
 Raúl MANASEVICH T. Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
 Ph. D. in Engineering Sciences, University of Berkeley.
 Servet MARTÍNEZ A. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
 Doctor en Ciencias Matemáticas, U. Pierre et Marie Curie.

Asociados:

Manuel DEL PINO M. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Ph.D. in Mathematics, University of Minnesota.
Jaime GONZÁLEZ E. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
Ph.D. in Operations Research, State University of New York.
Raúl GOUET B. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
Doctor Ingeniero, Universidad de Paris XI - Orsay.
Alejandro JOFRÉ C. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Matemáticas Aplicadas, Universidad de Pau.
Nancy LACOURLY V. (Part time) Maîtrise en Mathématiques Appliquées. U. Paris XI.
Doctor de 3er Ciclo en Estadísticas, U. Pierre et Marie Curie.
Alejandro MAASS S. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Matemáticas, Universidad de Aix—Marseille II.
Jaime SAN MARTÍN A. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Ph.D. in Statistics, University of Purdue.

Asistentes:

Felipe ÁLVAREZ D. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Cs. de la Ingeniería, Mención Modelación Matemática, Universidad de Chile y en co-tutela con la Universidad de Montpellier, Francia.
Jorge AMAYA A. (Part time) Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Matemáticas, Universidad de Lovaina.
Pablo DARTNELL R. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Ph.D. in Mathematics, Yale University.
Raúl GORMAZ A. Magister en Matemáticas Aplicadas, Universidad de Chile.
Doctor Ingeniero, Universidad de Paris XI - Orsay.
Marcos KIWI K. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Ph.D. in Mathematics, MIT.
Martín MATAMALA V. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Cs. de la Ingeniería, Mención Modelación Matemática, Universidad de Chile.
Axel OSSES A. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Matemáticas Aplicadas, Ecole Polytechnique, Francia.
Iván RAPAPORT Z. Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile.
Doctor en Informática Fundamental, Ecole Normale Supérieure de Lyon.
Jorge SAN MARTÍN A. Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
Doctor en Mecánica, U. de Paris VI.

Profesores externos:

Alfred AUSLANDER Universidad de Paris I.
Pierre COLLET. Ecole Polytechnique, Paris.
Pablo FERRARI, Universidad de Sao Paulo.
Pierre PICCO, CNRS, Centre Phys. Théorique, Marseille.
Enrique TIRAPEGUI, U. de Chile.
Florencio UTRERAS D. Ingeniero Matemático, Universidad de Chile.
Doctor Ingeniero, Universidad de Grenoble.

- ◆ **Principales convenios de apoyo al postgrado.** El principal convenio de apoyo al programa es el convenio de tesis en co-tutela con algunas universidades francesas, que permite a algunos alumnos hacer su estadía de investigación en dicho país y luego obtener su grado allá simultáneamente con el doctorado nuestro (dos estudiantes se han graduado ya en esta modalidad). Además, los distintos investigadores, apoyados por CONICYT, Fundación Andes, la Cooperación Francesa, la Comunidad Europea, etc, consiguen que sus alumnos salgan a hacer sus estadías de investigación en el extranjero, y traen con regularidad investigadores de otros centros internacionales que apoyan al programa en investigación y ocasionalmente en docencia (recibimos alrededor de 40 a 50 visitas de académicos extranjeros por año). Existe estrecha colaboración entre el DIM y el recientemente creado Centro de

Modelamiento Matemático (CMM), centro que apoya al programa con su infraestructura física, computacional, seminarios y actividades científicas, y con tres becas de doctorado.

- ◆ **Gestión de Proyectos del cuerpo académico.** Existen numerosos proyectos vigentes nacionales e internacionales, personales y cooperativos, liderados por académicos del DIM/CMM, esto es, proyectos dirigidos por profesores estables del programa (datos actualizados al primer trimestre del 2000):
 - ✓ 11 proyectos FONDECYT.
 - ✓ 2 proyectos FONDEF.
 - ✓ 1 proyecto FONDAP (que ha dado origen al CMM).
 - ✓ 2 cátedras presidenciales.
 - ✓ 3 proyectos de Incentivo a la cooperación internacional FONDECYT.
 - ✓ 4 proyectos ECOS de cooperación francesa.
 - ✓ 2 proyectos NFS.

Entre los proyectos gestionados entre 1995 y 1999 y ya finalizados se encuentran 29 proyectos FONDECYT, 4 proyectos FONDEF, 2 proyectos ECOS, 3 proyectos con la CEE, 1 proyecto NSF y proyectos específicos con Bélgica, España, Brasil y Argentina. Actualmente varios proyectos FONDECYT, 1 proyecto FONDEF están en etapas de evaluación.

- ◆ **Composición del comité académico.** El comité académico del postgrado consiste en el Coordinador de Postgrado del Departamento de Ingeniería Matemática y dos profesores del programa nombrados por el director del DIM.
- ◆ **Modalidades de aranceles y becas.** Cada estudiante debe pagar su matrícula y aranceles que dependen de la cantidad de Unidades Docentes inscritas cada semestre, siendo el arancel anual a marzo del 2000 de \$ 1.215.000. En cuanto a becas, el Departamento de Ingeniería Matemática no posee becas propias, y nuestros alumnos chilenos acceden a las becas que principalmente entrega CONICYT y Fundación Andes, becas que además del estipendio mensual, pagan la mitad del arancel, encargándose la Facultad de cubrir la otra mitad. Por otro lado, existe un serio problema de carencia de becas para estudiantes extranjeros.
- ◆ **Sistemas de admisión, evaluación y graduación.** Los postulantes deben poseer una formación equivalente a una Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Chile. Se espera también que tengan una sólida base en matemáticas, especialmente en análisis. Además se requiere habilidad para realizar investigación. Todos estos puntos se evalúan, durante el proceso de admisión en el Departamento de Ingeniería Matemática, estudiando los antecedentes de notas en programas previos, se solicitan cartas de recomendación y se les administra una prueba de diagnóstico. Además (para los que están en Chile en el momento de postular) se los entrevista personalmente. Si el departamento está conforme, pasa los antecedentes al Comité de Postgrado de la facultad.

El programa requiere completar un mínimo de 140 Unidades Docentes (UD) de cursos y seminarios, más 200 UD de trabajo de tesis. Los cursos y seminarios tienen entre 10 y 15 UD cada uno, y se espera que se completen alrededor o antes del cuarto semestre de estudios. Cada UD corresponde a una hora de trabajo semanal del alumno, que puede ser trabajo personal o en clase. La evaluación de los cursos se efectúa mediante pruebas, tareas y exposiciones, dependiendo de cada curso cuales de estas actividades se realizan. Los Trabajos de Tesis (4 en total, de 50 UD cada uno) consisten en la tarea de investigación del alumno

para confeccionar su tesis, en estrecha interacción con su profesor guía, quién evalúa los avances del estudiante y le asigna las notas.

Todos los alumnos del programa deben pasar un Examen de Calificación, una vez terminados sus cursos y cuando su profesor guía considera que han mostrado avances en su trabajo de investigación (es así como este examen no se da nunca antes de haber aprobado los dos primeros trabajos de tesis). Dicho examen consiste en una exposición abierta al público que el alumno da sobre su tema de trabajo, mostrando el estado del arte y sus propios aportes, y es evaluada por una comisión de profesores del programa que lo interroga finalizada la exposición. El estudiante que aprueba este examen pasa a la categoría de Candidato a Doctor.

Aprobado el examen de calificación el candidato debe presentar un Proyecto de Tesis a la Escuela de Postgrado de la Facultad. El requerimiento más importante para la graduación del candidato es su Tesis de Doctorado, que debe constituir un trabajo original de investigación que haga un aporte significativo al conocimiento en su área, y tiene una duración aproximada de dos a tres años. Ella se presenta con una Defensa de Tesis, en donde el candidato expone sus resultados en un seminario abierto al público y es evaluado por una comisión compuesta por a lo menos 3 profesores del programa (incluido el profesor guía) y un profesor invitado del más alto nivel y externo al programa. La comisión lo califica y le otorga el grado de Doctor.

Otros requisitos para la graduación: Dominio de un idioma extranjero relevante en su área de investigación. Tener al menos una publicación aceptada (en casos excepcionales, explícitamente autorizados por el comité del programa, dicho artículo puede estar en etapa de preparación al momento de la defensa de tesis) en una revista internacional de nivel reconocido en el área. Se exige además que los candidatos realicen estadías de investigación en centros de alto nivel del extranjero.

- ◆ **Planes de estudio.** Este comprende: cursos básicos y de especialización 140 U.D. Trabajo de Tesis 200 U.D. Total 340 U.D. Todos los cursos del programa de doctorado son semestrales. Las UD miden el número de horas que el alumno debe destinar al curso cada semana, comprendiendo horas de clases de cátedra, horas de clases auxiliares y horas de trabajo personal .

Cursos Básicos: se espera que los alumnos del doctorado posean una sólida formación general en Matemáticas Aplicadas, por lo que del orden de 5 de los siguientes 7 cursos deben ser aprobados o convalidados.

MA52A Análisis Funcional 12 U.D.
 MA53H Análisis Numérico 12 U.D.
 MA56A Ecuaciones en Derivadas Parciales 10 U.D.
 MA651 Dinámica de Autómatas 12 U.D.
 MA675 Optimización no Lineal 12 U.D.
 MA722 Procesos Estocásticos 12 U.D.
 MA763 Complementos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias 12 U.D.

Cursos Electivos de Especialización: A continuación se detalla una lista de cursos disponibles del doctorado, más allá de los básicos, separados por línea de investigación. Hay que notar que no constituye una lista obligatoria, y que constantemente están apareciendo más cursos. La flexibilidad que el programa tiene en términos de cursos hace que cualquier lista quede rápidamente obsoleta.

Línea de Análisis Numérico

MA621 Teoría Espectral de Operadores Lineales 12 U.D.
 MA633 Análisis Numérico de Operadores 15 U.D.

MA635 Complementos de Análisis Numérico Lineal en Dimensión Finita 12 U.D.
 MA637 Introducción a la Teoría de Aproximación 12 U.D.
 MA732 Aproximación de Funciones de Varias Variables 12 U.D.
 MA733 Funciones Spline de Ajuste 12 U.D.
 MA734 Métodos Óptimos de Búsqueda 12 U.D.

Linea de Análisis No-Lineal y Ecuaciones Diferenciales

MA631 Teoría Matemática de los Elementos Finitos 12 U.D.
 MA661 Complementos de Ecuaciones en Derivadas Parciales 12 U.D.
 MA725 Métodos en Análisis No-lineal 12 U.D.
 MA730 Complementos de Elementos Finitos 12 U.D.

Linea de Optimización

MA671 Optimización Combinatorial 12 U.D.
 MA674 Análisis Convexo y Dualidad 12 U.D.
 MA677 Teoría de Control 12 U.D.
 MA770 Análisis No--Diferenciable y Control Óptimo 12 U.D.

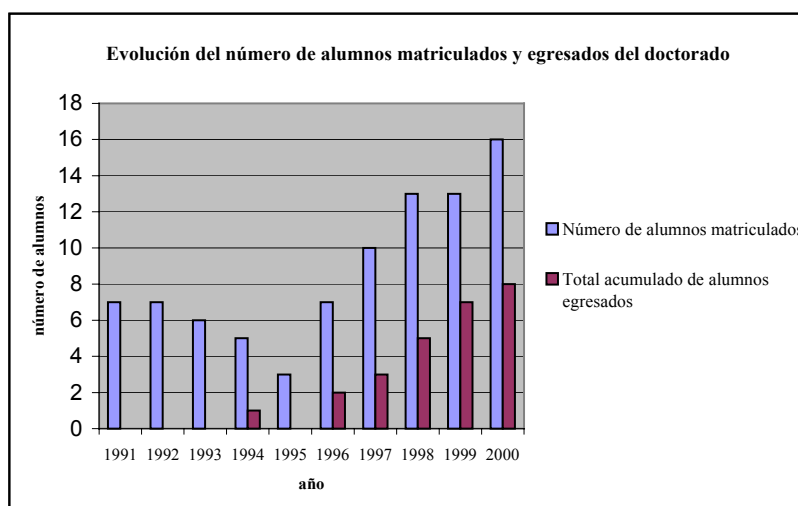
Linea de Probabilidades Sistemas Dinámicos y Autómatas

MA720 Teoría Ergódica 12 U.D.
 MA771 Cálculo Distribuido en Redes de Autómatas 12 U.D.
 MA772 Sistemas Estocásticos de Partículas 12 U.D.
 MA773 Física Estadística 12 U.D.

Seminarios: Los seminarios no tienen un programa ni un título fijo. Cada profesor que los dicta define estos ítems de modo de que se ajuste a las 15 UD requeridas.

MA691,693,695 Seminarios Avanzados de Matemáticas I 15 U.D.
 MA692,694,696 Seminarios Avanzados de Matemáticas II 15 U.D.
 MA790 Seminario de Investigación I 15 U.D.
 MA792 Seminario de Investigación II 15 U.D.

- ◆ ***Evolución de matrícula de alumnos y alumnos graduados.*** La evolución de los últimos 10 años marca un crecimiento sostenido y gradual del número de alumnos y egresados de este programa de postgrado. Actualmente se cuenta con 16 alumnos matriculados y 8 egresados. Es notable constatar que a partir de las tesis de doctorado de estos 8 egresados se han producido más de 20 publicaciones en revistas internacionales de prestigio. Cabe destacar además que entre los egresados del programa dos fueron distinguidos por sus tesis de doctorado: Felipe Alvarez, Premio de la Academia de Ciencias 2000 a la mejor tesis de doctorado nacional y Martín Matamala, Premio Desiderio Papp a la mejor tesis de doctorado de la Universidad de Chile. Ambos son hoy académicos jóvenes de nuestro departamento y forman parte del cuerpo docente del doctorado.



- ◆ **Infraestructura y equipamiento.** El programa tiene acceso a todo el espacio físico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, con todas sus bibliotecas, laboratorios, oficinas, salas de clases, salas de computación, etc. Esto también incluye las dependencias del Centro de Modelamiento Matemático, con su sala de seminarios, oficinas y salas con equipos computacionales, y, por supuesto, también se cuenta con toda la infraestructura propia del DIM (incluida su biblioteca de investigación, que es ampliamente usada por los alumnos y profesores del programa). Ambas unidades (DIM y CMM) se encuentran en el edificio de la Avenida Blanco Encalada, esquina Beaucheff, en los pisos 5° (DIM), 6° y 7° (CMM) respectivamente.
- ◆ **Laboratorios y otras instalaciones.** El DIM y CMM poseen equipamiento computacional destinado a la investigación, en un ambiente de una red LAN rápida (100 Mbits/seg.) conectada a Internet. El hardware disponible incluye computadores paralelos (Silicon Graphics y Matra CAP Systèmes, esta última máquina de arquitectura MIMD dentro de la cual un procesador Sun dirige el trabajo cooperativo de otros 12 procesadores Sparc, organizados en un anillo cuya velocidad de transmisión de datos es de 120 MB/seg), estaciones de trabajo de distintas arquitecturas, y periféricos como impresoras, proyectores y scanners. Todo este equipamiento está a disposición de los estudiantes de doctorado. Además los estudiantes tienen acceso a los laboratorios computacionales con que cuenta la Facultad. La siguiente es una tabulación de los distintos computadores e impresoras del DIM y CMM.

Servidores	N°	Características
SILICON GRAPHICS	8	Origin 2000 (1x6 proc), 200 (1x2 proc); Indigo 2; O2 (5)
SUN	17	Sparc 10(2), 5(4), LX(3), IPX(2); Ultra 5 (6)
DIGITAL	4	DEC 3000, 2000(3)
MATRA	1	Cap Systemes (1x12 proc)
APPLE	1	Power PC
PC	66	Pentium II (22), III (44)
Impresoras	N°	Características
HP	10	LaserJet 5M, 4000, 8000; Deskjet 670(2),710,400,610
APPLE	1	LaserWriter 360

- ♦ **Biblioteca y documentación.** La biblioteca del DIM y del CMM tiene una colección de revistas internacionales especializadas que comprende 168 títulos, de los cuales 120 corresponden a suscripciones actualmente vigentes: 29 de interés general, 17 en ecuaciones diferenciales, 19 en matemáticas discretas, 11 en métodos numéricos y mecánica matemática, 17 en optimización y 26 en probabilidades y estadística. La colección de libros comprende unos 7500 volúmenes. Ambas colecciones se distribuyen en una superficie total de 132 metros cuadrados. La biblioteca está en conexión y es parte integrante de la base de datos BELLO/Multilist, de la Universidad de Chile. Está además conectada al Sistema Al Día (base de datos nacional e internacional), y los servicios de información electrónica y multimedia del Centro Integrado de Información en Ciencia y Tecnología de la Facultad (ICT). Además, cuenta con conexión Internet, lo que le permite acceder a la Red nacional de Bibliotecas (RENIB), así como a todos los otros servicios de acceso a bibliotecas que Internet ofrece.

2.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas ha focalizado su quehacer para enfrentar lo que considera sus más importantes desafíos:

- modernizar la enseñanza en sus distintas carreras de ingeniería, geofísica y geología con la meta de formar profesionales que sigan contribuyendo efectiva y eficazmente al desarrollo tecnológico y económico del país, en un escenario que es cada vez más exigente, competitivo y globalizado;
- potenciar sus programas de postgrado, principalmente a nivel de doctorado, para satisfacer una creciente demanda por personal altamente calificado en investigación y desarrollo tecnológico que el país requiere y que las políticas gubernamentales han declarado como prioritario. Lograr una creciente internacionalización de los programas con la aceptación y financiamiento de estudiantes extranjeros.

2.4. ESTRATEGIAS Y PLANES DE ACCION

Conscientes de la responsabilidad que esta Facultad tiene en la formación del recurso humano indispensable para el desarrollo tecnológico del país, se ha definido y puesto en práctica en los últimos años un plan estratégico tendiente a su fortalecimiento académico en los planos docentes, de investigación y extensión, incluido en este último, la actividad de desarrollo y transferencia tecnológica de punta hacia el medio productivo nacional.

En sus primeras fases, el fortalecimiento académico ha sido focalizado en la renovación del cuerpo académico, particularmente en el grupo de los académicos de jornada completa. Esto significa contar, en la actualidad, con un cuerpo académico de alrededor de 200 jornadas completas y con edades que varían entre los 24 y los 65 años. Alrededor de 20 de estos académicos se encuentran realizando estudios doctorales en prestigiosas universidades en el extranjero o en proceso de iniciarlo. Además, el proceso de renovación contempla un programa adicional de formación que permitirá contar con 30 nuevos académicos, con doctorado, en un horizonte de 5 años. Estas acciones permiten mantener y más aún, mejorar la fortaleza académica ya reconocida de esta Facultad.

En forma paralela, la Facultad ha abordado de una manera sistemática y sostenida el mejoramiento de la docencia por la vía de incentivar a los profesores a participar e involucrarse más activamente en la docencia de pregrado en el Plan Común y en las carreras de ingeniería, geofísica y geología,

habilitar una Biblioteca Central moderna y salas de clases bien equipadas en las nuevas dependencias de la Escuela de Ingeniería y dar apoyo a los alumnos y habilitar infraestructura para diversas actividades extraprogramáticas tales como recreacionales, deportivas y culturales. También se ha hecho un esfuerzo especial por divulgar a nivel de colegios de educación secundaria las actividades de la Facultad y las posibilidades que encontrarán aquí futuros alumnos, todo ello con el propósito de captar mejores egresados de la enseñanza media que se interesen en seguir estudios en las carreras y programas de postgrado que ella ofrece.

A medida que se ha avanzado en la puesta en práctica de este plan de desarrollo, ha quedado cada vez más patente la necesidad de emprender un plan de modernización en la enseñanza de pregrado y un fortalecimiento de los programas de doctorado. Cada vez surge con más fuerza la idea que la formación tecnológica en Chile se encuentra enfrentada al desafío de modernizarse de manera tal que conduzca a la formación de un profesional con mentalidad creativa e innovadora, acorde con el desarrollo tecnológico en el mediano plazo que deberá alcanzar el país. Existe consenso en la Facultad que para lograr esta meta se necesitan, a lo menos, los siguientes cuatro elementos básicos, de los cuales el primero ya se ha estado abordando en la Facultad con la reorganización de sus cuadros académicos de jornada completa:

- Masa crítica de académicos con formación de postgrado, nivel doctorado, que transmitan a los alumnos conocimientos y visiones modernas de cómo se encaran y resuelven importantes problemas tecnológicos actuales y futuros para el desarrollo del país;
- Infraestructura de laboratorios equipados con tecnología de última generación orientada a la medición de fenómenos y verificación y validación de modelos matemáticos que los representan;
- Infraestructura computacional y de software destinados a ser aplicada por los alumnos para comprender de mejor forma las teorías más aceptadas que se enseñan en clases;
- **Programas de postgrado agresivos temáticamente y con excelentes respaldos académicos, orientados a la creación de conocimiento y a la solución de problemas nacionales de envergadura, con reconocimiento local e internacional.**

La modernización de la enseñanza de la ingeniería, geofísica y geología requiere una estrategia diferente a la tradicional. Nuestro enfoque se basa en crear focos tecnológicos integradores, representados por centros de experimentación, en torno a las Ciencias de la Ingeniería que forman la columna vertebral del conocimiento tecnológico. La consolidación de este proyecto requiere inversiones en diferentes líneas de acción complementarias, constituyendo un todo sólido y coherente. Ellas son:

- Ciencias de la Ingeniería en Fluidos y Sólidos (MeceSup 1999);
- Ciencias de la Ingeniería en Electrotecnologías (MeceSup 2000);
- Informática, Modelación y Tecnologías de Enseñanza.

Los programas de doctorado, acreditados por Conicyt y Fundación Andes, requieren urgentemente aumentar la masa de alumnos y fortalecer su infraestructura experimental. Para ello, se ha elegido una estrategia de desarrollo que comprende proyectos específicos que permitirán reforzar las debilidades existentes. En el presente concurso de MeceSup **se priorizarán:**

- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Modelación Matemática.**
- Doctorado en Ciencias, mención Geología (con la participación de otras universidades nacionales);
- Doctorado en Ciencias, mención Física (con Facultad de Ciencias);

3. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

El programa de doctorado del Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) ha tenido un crecimiento paulatino desde sus orígenes. Es un programa acreditado por Conicyt y Fundación Andes con un desarrollo de alrededor de 10 años, cuenta en la actualidad con 16 estudiantes activos y a la fecha se cuenta con 8 doctores graduados. Los 16 estudiantes tienen becas institucionales, de Conicyt, Fundación Andes y Centro de Modelamiento Matemático (CMM). El cuerpo académico del programa de doctorado está constituido por los doctores del DIM y los investigadores del CMM, siendo este cuerpo académico extremadamente competente en docencia e investigación. Los académicos del DIM y CMM lideran numerosos proyectos de investigación y se encuentran desarrollando importantes áreas en Matemáticas Aplicadas de gran interés a nivel internacional.

El doctorado está fundado sobre bases sólidas, pero en esta etapa de su desarrollo **el programa se ve enfrentado a dar continuidad a su crecimiento y a la necesidad de dar un impulso adicional para lograr su inserción internacional**. Para enfrentar este problema se posee el recurso académico en la alta actividad de investigación y en las relaciones internacionales del DIM y el CMM, todo esto en el contexto de la renovación general que experimenta nuestra Facultad. Existe, por otro lado, una clara demanda por doctores de alto nivel en matemáticas aplicadas, y en el DIM la capacidad para acoger un número mayor de alumnos.

3.2 SITUACION SIN PROYECTO

- **Fortalezas:**

- **Un cuerpo docente dinámico, actualizado y exigente.** El cuerpo docente esta formado por 23 doctores activos en investigación con un promedio de edad que no supera los 40 años. Estos académicos poseen múltiples contactos internacionales y lideran en el DIM y en el CMM numerosos proyectos de investigación tanto nacionales FONDECYT, FONDAP y FONDEF, como proyectos de cooperación internacional, ECOS-Conicyt y Comunidad Europea.
- **Una adecuada infraestructura.** La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas posee una cantidad adecuada de salas de clases, salas multimedia, laboratorios computacionales y bibliotecas que están a disposición del programa. Adicionalmente las nuevas instalaciones del DIM y del CMM proveen del espacio para albergar adecuadamente a estudiantes, profesores y profesores visitantes. La infraestructura computacional consiste en el equipamiento de computadores personales para académicos y alumnos, y equipos de gran potencia, incluidos dos computadores paralelos. La biblioteca del DIM tiene un espacio adecuado y una colección de revistas de matemáticas aplicadas que si bien no es completa, constituye una base para la investigación.
- **Muestras de gran fuerza y seriedad.** El desarrollo del programa ha dado como fruto ocho doctores graduados cuyos trabajos de tesis han redundado en publicaciones internacionales, como aparece indicado en el anexo correspondiente. Cabe aquí destacar que el graduado

Martín Matamala obtuvo el premio Desiderio Papp a la mejor tesis de la Universidad de Chile y el graduado Felipe Alvarez obtuvo recientemente premio Academia de Ciencias 2000 a la mejor tesis de doctorado realizada en Chile. Los estrechos lazos de colaboración con universidades extranjeras han permitido que varios de nuestros doctores hayan obtenido grados en co-tutela con dichas universidades. Finalmente se hace notar el hecho que todos los estudiantes del doctorado, egresados y activos, han ganado becas de Conicyt o Fundación Andes.

- **La creación del Centro de Modelamiento Matemático (CMM).** La reciente inauguración del CMM refuerza las perspectivas para la formación de más y mejores estudiantes de postgrado. El CMM cuenta con un importante apoyo internacional, siendo el único centro de investigación mixto del Centre National de la Recherche Scientifique francés (CNRS) en América Latina, lo que se concretará en particular con la actividad de varios investigadores CNRS jornada completa que estarán en contacto personal con nuestros alumnos. El CMM tiene también un importante apoyo nacional con la adjudicación de un programa Fondap (áreas prioritarias) para la investigación científica y tecnológica en matemáticas aplicadas. En CMM aportará a los estudiantes de doctorado con las actividades científicas desarrolladas allí, como son: proyectos de investigación, seminarios, congresos, cursos, exposiciones, etc. Este centro da un dimensión muy interesante a nuestros estudiantes de doctorado, poniéndolos en contacto con aplicaciones importantes de la matemática a la industria nacional. Cabe destacar además que el desarrollo de actividades conjuntas con la Universidad de Concepción, cinco de cuyos académicos más destacados son miembros del CMM, permitirá en el mediano plazo la realización de cursos en conjunto con su doctorado.

- **Oportunidades:**

- **Una alternativa atractiva a nivel nacional y latinoamericano.** Nuestro doctorado es una alternativa atractiva y de prestigio para alumnos de ingeniería y ciencias no tan sólo de Chile, sino también para alumnos provenientes de otros países de latinoamérica. El doctorado en Modelamiento Matemático provoca un alto grado de interés entre estudiantes de licenciatura y magister a nivel internacional, como lo demuestra el gran número de candidaturas que hemos recibido en los últimos años. Este doctorado, si bien se encuentra a un nivel comparable con similares de la región, tiene elementos que lo hacen único, como son la conjunción de las líneas de investigación que se cultivan en el DIM y en el CMM. Existen actualmente dos doctorados en matemáticas aplicadas en Chile (en la Universidad de Concepción y la Universidad de Chile) y un número reducido en América Latina, entre los que destacan los programas que se imparten en el IMPA de Río de Janeiro, en la Universidad de Sao Paulo y en el Centro de Matemáticas Aplicadas (CIMAT) en Guanajuato, México.
- **Múltiples contactos internacionales.** En el marco de la cooperación del DIM y del CMM con centros de investigación en el extranjero, particularmente en EE.UU., Europa y latinoamérica, nuestro doctorado crea la oportunidad de interacción entre los alumnos de doctorado y los profesores invitados. Así mismo, los contactos que poseen nuestros académicos permite la ubicación de los estudiantes en centros internacionales para realizar estadias de investigación, durante el desarrollo de la tesis en la etapa postdoctoral, esto en centros de EE. UU., Europa, y latinoamérica.
- **Capacidad de vincular matemática e ingeniería.** En el marco de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, nuestro doctorado posee la capacidad de ligar la matemática y la ingeniería, la ciencia y la tecnología, nexos que potencia el desarrollo del programa y su impacto nacional e internacional. Este es uno de los puntos más fuertes respecto de otros

doctorados en matemáticas. En particular, nuestros alumnos podrán hacer uso de los modernos laboratorios docentes multidisciplinarios en las áreas de fluidos, de ciencia de los materiales, que se encuentran en construcción y del proyectado laboratorio de electrotecnia, presentado a MECESUP pregrado.

- **Demanda creciente de doctores en matemáticas aplicadas.** Se percibe en el país una creciente demanda por doctores en matemáticas aplicadas. Hasta ahora la demanda por doctores se ha concentrado principalmente en el sistema universitario nacional, con el objeto de satisfacer las necesidades académicas de estos centros. Esta, lejos de agotarse, continuará creciendo en el futuro. En efecto, la importancia e impacto de las universidades modernas está íntimamente ligada al número y calidad de sus doctores. Sin embargo, la composición de la demanda ha ido cambiando en los últimos años y se espera una creciente participación del sector productivo y de servicios en ella. Esta situación se ve reforzada por la política de desarrollo de la investigación y la transferencia tecnológica planteada por el Estado en la cual se preveen crecientes inversiones presupuestarias. En la administración de servicios, el comercio y la tecnología industrial se incorporan cada día métodos de análisis que involucran modelos matemáticos sofisticados, simulaciones numéricas y el manejo de grandes cantidades de información.
 - **Calidad e innovación.** En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, y en particular en el DIM y el CMM hay un ambiente y predisposición a la calidad e innovación y a la promoción del talento joven. Académicos del DIM han liderado, en conjunto con otros, los profundos cambios que hoy dan el perfil dinámico y exitoso a la Facultad: modernización de la docencia, renovación de la planta académica, criterios de evaluación exigentes, desarrollo de proyectos y contactos internacionales, creación de infraestructura física adecuada. La gran proporción de académicos jóvenes del más alto nivel que integran el cuerpo docente del postgrado potencian este sistema de calidad e innovación..
 - **Atractiva posición internacional de Chile.** La posición internacional de Chile resulta atractiva para estudiantes y profesionales jóvenes extranjeros y para profesores visitantes e investigadores extranjeros que quisieran visitar o establecerse en nuestro país: estabilidad económica y política, un sistema universitario de prestigio y niveles de vida confortables.
- **Debilidades:**
 - **Espectro de cursos ofrecidos.** El espectro de temas presentes en los cursos de doctorado está restringido por los temas de investigación de nuestros académicos locales y no usufructúa cabalmente de la oportunidad que brinda la excepcional red de cooperación científica internacional presente en el DIM y CMM. En vista, por una parte a la apertura y consolidación internacional que significa la creación del CMM y por otra, al constante aumento de investigadores visitantes extranjeros que ha tenido estos últimos años el DIM, parece evidente que el contenido curricular y sello de nuestro doctorado debería reflejar esta realidad, en constante renovación.
 - **Falta de cursos interdisciplinarios.** Nuestro doctorado no contiene cursos interdisciplinarios, a pesar de estar inserto en el entorno de una Escuela de Ingeniería, donde existen los Departamentos de Ingeniería Eléctrica, Civil, Mecánica, Química y Ciencias de los Materiales, y de ciencias como Física, Geofísica y Geología. Es importante el diseño de cursos híbridos y el aprovechamiento de recursos docentes compartidos en vista de la creciente necesidad de soluciones tecnológicas multidisciplinarias. Este es sin duda un aspecto que debe irse desarrollando en el futuro y consolidándose en el largo plazo. Esto se hará una

realidad en la medida que se creen los programas de doctorado en las áreas donde hoy no existen y se fortalezcan en las ya existentes, con la contribución potente de los programas conjuntos pioneros y estratégicos que se desarrollan actualmente a través de proyectos financiados por FONDEF y FONDAP.

- **Falta de material de apoyo bibliográfico.** Nuestra biblioteca es de considerable calidad dentro de las bibliotecas de matemáticas aplicadas disponibles en Chile, pero existen falencias bibliográficas principalmente respecto a textos de apoyo para los estudiantes de doctorado, la completación de colecciones de revistas y la facilidad para la documentación y búsqueda bibliográfica. La mayor parte de los libros existentes, que esta lejos de ser completa, esta destinada al pregrado o a áreas muy específicas de investigación.

- **Amenazas:**

- **Política de importación de tecnología y de especialistas.** Existe un grado de inercia a mantener una política de importación de tecnología y de especialistas en Chile, lo que va en desmedro de la consolidación de la investigación a nivel universitario y del desarrollo de la futura investigación con contraparte industrial y empresarial.
- **Programas alternativos.** Existen otros programas alternativos de doctorado en matemáticas o matemáticas aplicadas en otras universidades en Chile (U. Católica, U. Concepción, UFRO), en América Latina (Brasil, México, Argentina), y obviamente en Europa y EEUU. Asimismo, existen en Chile y latinoamérica otras opciones de postgrado científico-tecnológicas afines a las matemáticas y a la ingeniería.
- **Política nacional de financiamiento científico.** No existen becas para estudiantes extranjeros en el sistema chileno de financiamiento científico. Esta falencia impide la penetración más efectiva en el sistema académico latinoamericano, que se muestra muy atractivo estratégicamente, como esquema de reclutamiento de talentos, como el origen de futuros intercambios y como fuente de impacto internacional.

3.3 SITUACION CON PROYECTO

El análisis FODA del punto precedente nos muestra cuatro aspectos importantes a considerar y ellos motivan cada uno de los objetivos específicos de este proyecto:

- El primer punto parte de observar que el número de postulantes a nuestro doctorado irá en aumento. El programa potencialmente puede formar muchos más estudiantes que los que provee la vertiente principal proveniente de nuestro entorno académico. Vemos en Chile y en Latino América un nicho de enormes proyecciones que aportará muy buenos candidatos los que están ya, desde hace algún tiempo, postulando al programa. Particularmente, un número importante de excelentes candidatos extranjeros, principalmente latinoamericanos, han tenido que ser rechazados a causa de la no existencia de becas para ellos. Resulta imprescindible captar un mayor número de alumnos chilenos y extranjeros para nuestro doctorado, lo que se piensa promover a través de los recursos solicitados en este proyecto. Se otorgarán **seis nuevas becas para estudiantes chilenos y extranjeros*** a través de un concurso abierto, bajo criterios estrictamente académicos.

* La importancia de los alumnos extranjeros en el postgrado: los alumnos extranjeros realizan investigación de alto nivel y relevancia en la tesis, aportando al acervo local a un muy bajo costo para el país. Al terminar el doctorado, una fracción de ellos se adapta e instala en Chile y sigue contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico del país. Los alumnos que retornan a su país de origen mantienen lazos de cooperación científica y ocupan generalmente cargos de

Complementario a esto, el proyecto contempla la realización de una **Escuela de Verano** anual, orientada a estudiantes terminales de licenciatura y magister, con proyecciones de ser incorporados al doctorado. Estas Escuelas de Verano permitirán la promoción del programa, el contacto y la evaluación de los posibles postulantes, además de la creación de actividad en la que se involucrarán activamente estudiantes ya inscritos en el programa. Todo esto irá acompañado de una adecuada y bien planificada **promoción nacional e internacional** de nuestro doctorado y de las escuelas de verano. Una selección rigurosa de los postulantes a nuestro doctorado provenientes de orígenes y formaciones fuertes tanto en matemáticas como en ingeniería, pretende provocar una equilibrada riqueza en nuestro alumnado. La creación de nuevas becas, la realización de las escuelas de verano y las actividades de promoción planeadas redundará el crecimiento en el número, variedad y calidad de los estudiantes del programa.

- En segundo lugar, los estudiantes del doctorado en Modelación Matemática, serán apoyados para que entren en un contacto fructífero con el medio internacional, donde eventualmente se desarrollarán profesionalmente una vez graduados. Es una política no escrita, pero invariablemente aplicada en nuestro programa, el **envío de los estudiantes a centros de excelencia en el extranjero** durante su etapa de tesis. Hasta el momento esto se ha hecho vía becas que los distintos profesores guía han obtenido para sus estudiantes en las instituciones extranjeras, fundamentalmente francesas, y mediante la ayuda de diferentes proyectos. Sin embargo, con un creciente número de estudiantes se hace más difícil obtener financiamiento para estas estadías. Por otro lado, en países, como por ejemplo, EE.UU., Italia, Inglaterra es difícil lograr financiamiento para este tipo de estadías, por lo que fuentes adicionales son imprescindibles.
- En tercer lugar, los estudiantes del doctorado serán estimulados para que participen de congresos internacionales de importancia, presentando trabajos de investigación originados en su tesis. Este aspecto es muy importante en cuanto a la difusión de los resultados y a la creación de lazos académicos fundamentales en la carrera que comienza. El programa contará con recursos para el financiamiento de estos viajes.

Como elemento íntimamente ligado a los dos puntos anteriores se encuentra el dominio de un idioma extranjero, preferentemente el inglés. Este punto ha aparecido entre las sugerencias recibidas durante las acreditaciones, en las cuales se ha constatado una falencia en el manejo del idioma por parte de nuestros alumnos. El contacto científico de los alumnos de postgrado está limitado en la práctica por dificultades con la lengua extranjera y ello redundará en la dificultad para crear lazos de colaboración científica y para aprovechar plenamente seminarios y congresos, además del impedimento que esta deficiencia de idioma significa en la etapa crucial de redacción y lectura de artículos científicos. Así resulta de primordial importancia que los estudiantes sean adquieran el **dominio acabado de una lengua extranjera**, que por lo general es el inglés.

- El cuarto punto importante consiste en **ampliar la gama de temas en cursos y seminarios**, agregando a los docentes estables del programa profesores en visitas de investigación en el DIM o el CMM. Sin embargo será necesario realizar un esfuerzo adicional invitando un número de **profesores de nivel internacional** que vengan expresamente a dictar cursos y seminarios. Es así como mediante este proyecto se aumentará el número de docentes de alto nivel disponibles para

importancia estratégica a nivel científico e incluso político (recordemos que muchos ex presidentes o actuales presidentes latinoamericanos han cursado estudios en Chile) lo cual contribuye a la inserción internacional y estratégica de la ciencia, tecnología y economía nacionales en el concierto internacional. Así es la cooperación y lazos que guardan nuestros propios doctores formados en EE.UU. y Europa con sus instituciones formadoras, la que puede reproducirse a nivel latinoamericano entre nuestros estudiantes latinoamericanos y nuestra Universidad. El beneficio es ciertamente mutuo, pero la contraparte oferente tiene una indiscutible ventaja.

los cursos de postgrado. Esto es completamente factible, dados los numerosos contactos internacionales que los académicos del DIM y del CMM poseen y los recursos que este proyecto proveerá.

Se estima que las medidas descritas arriba, que redundarán en el crecimiento del número de estudiantes y cursos deben necesariamente ir acompañadas de la **adquisición de material bibliográfico** para la buena docencia e investigación.

4. COHERENCIA DEL PROYECTO CON LA MISION INSTITUCIONAL Y LA MISION DE LA URP

Los objetivos generales y específicos de este proyecto, enumerados en la sección siguiente responden de manera simple y realista a los aspectos más importantes del análisis estratégico anterior. En vista de estos objetivos, el proyecto resulta coherente con el planteamiento del marco del proyecto institucional, particularmente con sus objetivos estratégico concernientes a potenciar e internacionalizar sus programas de doctorado acorde a la creciente demanda que requiere el desarrollo tecnológico del país y a afianzar la prestigiosa posición internacional que desea alcanzar nuestra Facultad.

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

5.1. OBJETIVOS GENERALES

Internacionalización y crecimiento del programa de doctorado.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. **Aumentar el número de estudiantes en el programa**, por medio de:
 - a) Aumentar el acceso a becas de los postulantes al programa, incorporando 6 nuevas becas.
 - b) Efectuar cada año escuelas de verano, con cursos del nivel del primer año del doctorado, de manera de que los futuros postulantes conozcan anticipadamente el programa. Además mediante esta actividad será posible conocer a dichos postulantes, complementando el proceso de selección de alumnos nacionales y extranjeros.
 - c) Efectuar una fuerte campaña publicitaria del programa en universidades nacionales y extranjeras y la confección de una guía para el estudiante extranjero.
2. **Acrescentar el contacto de nuestros estudiantes con el medio científico internacional**, por medio de:
 - a) El financiamiento de estadias de investigación en centros de excelencia extranjeros. Estas estadias tendrán una duración promedio de 5 meses y están destinadas exclusivamente para los alumnos en tesis.

- b) Financiar salidas cortas a congresos científicos de los alumnos tesistas.
 - c) El perfeccionamiento de los estudiantes para alcanzar el nivel conversacional de una lengua extranjera (inglés preferentemente).
3. **Incrementar el número de cursos del programa**, ampliando al mismo tiempo el espectro de contenidos de dichos cursos. Esto se pretende hacer específicamente vía:
- a) Traer académicos externos por períodos de 2 a 3 meses cada uno, con la misión de dictar cursos de doctorado o seminarios.
 - b) Como subproducto de lo anterior, ofrecer cursos que no están dentro de los que tradicionalmente dictamos, con lo que los estudiantes estarán expuestos a una mayor gama de temas importantes en su formación.
 - c) Interacción en investigación con los profesores visitantes por parte de los estudiantes y docentes del programa.
4. **Incrementar el material bibliográfico** (libros) disponible para ser utilizado en la docencia e investigación dentro del programa de Doctorado. Específicamente:
- a) Habilitar especialmente la biblioteca del DIM para facilitar la documentación y búsqueda bibliográfica, que es utilizada fundamentalmente por los académicos, para los estudiantes del programa de Doctorado.
 - b) Adquirir libros especializados y completar algunas colecciones de revistas destinados a ser consultados por los estudiantes y profesores del doctorado.

6. IMPLEMENTACION

6.1. ACTIVIDADES

6.1.1. DEFINICION DE ACTIVIDADES

Las siguientes son las actividades principales para lograr los objetivos del proyecto:

1. **Actividades tendientes a cumplir el objetivo específico 1: *Aumentar el número de estudiantes en el programa.***
 - 1.1 Otorgamiento de becas bajo concurso internacional.
 - 1.2 Organización y realización de escuelas de verano.
 - 1.3 Campaña publicitaria del doctorado y de las escuelas de verano.
2. **Actividades tendientes a cumplir el objetivo específico 2: *Acrecentar el contacto de nuestros estudiantes con el medio científico internacional.***
 - 2.1 Estadías de investigación de alumnos en centros de investigación en el extranjero.
 - 2.2 Participación en congresos.
 - 2.3 Cursos de perfeccionamiento de la lengua extranjera.
3. **Actividades tendientes a cumplir el objetivo específico 3: *Incrementar el número de cursos del programa.***

- 3.1 Invitación de académicos externos a la docencia de doctorado.
- 3.2 Creación de nuevos cursos de doctorado.
- 3.3 Actividades de interacción y contacto científico: seminarios, charlas, exposiciones.

4. **Actividades tendientes a cumplir el objetivo específico 4. *Incrementar el material bibliográfico.***

- 4.1 Habilitación de la biblioteca para cubrir necesidades de documentación.
- 4.2 Adquisición de libros relativos a los temas de los cursos de doctorado.

6.1.2. VINCULACION DE OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RECURSOS

- 1.1 **Becas de estudio.** Se otorgarán 6 becas de doctorado por un total de 141,3MM\$ siguiendo los estándares de CONICYT. Para el otorgamiento de estas becas se realizará un programa de atracción de candidatos a nivel nacional e internacional (principalmente latinoamericano), para después elegir entre aquellos postulantes con mejores antecedentes académicos. Esta asignación se realizará asegurando que al menos un 60% de los estudiantes del doctorado sean chilenos. Las becas se otorgarán de forma progresiva, una el primer año, dos el segundo y tres el tercero. Los montos de estas becas corresponderán a los estándares CONICYT, esto es \$440.000/mes durante 12 meses y el pago del 50% del arancel de doctorado, arancel que corresponde el año 2000 a \$1.215.000. La mitad restante del arancel será liberada como contraparte por el DIM. Las becas serán renovables anualmente hasta 4 años bajo criterios de renovación equivalentes a los utilizados por CONICYT. Hay una importante contraparte de becas provenientes de CONICYT, Fundación Andes y CMM, contraparte estimada en 329MM\$.
- 1.2 **Escuelas de verano.** Al mismo tiempo, se realizará una escuela de verano anual, en el mes de enero del 2002, 2003 y 2004, con el fin de contactar de cerca a los futuros postulantes y de dar a conocer el programa. El costo de la organización de las escuelas de verano será financiado con aportes del DIM y otras instituciones.
- 1.3 **Promoción nacional e internacional.** Las actividades de promoción nacional e internacional del doctorado estarán financiadas en contraparte con el DIM, que destinará parte de su presupuesto anual para este efecto. Esta campaña publicitaria es vital para el buen cumplimiento de nuestro objetivo y consiste en la realización de un catastro de universidades estratégicas en Chile y América Latina, el diseño de posters y trípticos bilingües con información relevante que se enviará a cada universidad, la creación y mantención de una página web dedicada a informar y orientar a nuestros futuros estudiantes y que incluya una guía práctica para el estudiante extranjero: obtención de documentos, visa, pasaporte, trámites comunes, gastos básicos, transportes, mapas, sistema universitario, direcciones, teléfonos y links interesantes.
- 2.1 **Estadías de investigación en el extranjero.** Se proyecta la realización de 5 estadías de investigación en el extranjero por año de nuestros estudiantes, financiadas total o parcialmente por este fondo. Estas estadías deben ser de un promedio de 5 meses. El monto total solicitado a este fondo para cada una de estas estadías es de 4MM\$. En este punto existe una contraparte de 2 estadías financiadas por otras fuentes.

2.2 Participaciones en congresos. Se considerarán además 11 participaciones en congresos internacionales y escuelas de verano. El presupuesto solicitado para este ítem es de 6,6MM\$/año.

2.3 Perfeccionamiento del idioma. Se abordará de modo realista el problema del nivel de idioma de los alumnos del doctorado, que se considera una condición curricular obligatoria para la obtención del grado académico. El DIM co-financiará el perfeccionamiento del idioma desde un nivel medio a avanzado de acuerdo a estándares definidos por Institutos de Cultura correspondientes.

3.1 Incorporación de académicos externos a la docencia. El proyecto considera un presupuesto de 16MM\$/año para la contratación de profesores externos al DIM con fines de docencia de postgrado. Estos pueden tener variados orígenes: primero, se hallan los profesores externos, en especial investigadores chilenos y latinoamericanos, que serán invitados expresamente a realizar cursos en nuestro postgrado. En seguida, están las invitaciones a los investigadores de EE.UU., Europa y el mundo que visitan el DIM/CMM o trabajan permanentemente en el CMM (cátedra M. Dassault, investigadores CNRS, postdoctorados) para la realización de cursos de dos o tres meses en temas fundamentales relacionados con su área. Por otro lado se encuentran los investigadores de la Universidad de Concepción participantes en el CMM que dictan cursos de postgrado en temas que resultan novedosos para nuestro programa. Lo mencionado en los dos últimos casos indica que existe una importante contraparte del DIM/CMM para el logro de este objetivo, la cual se ha estimado en 16,5MM\$/año.

3.2 Creación de nuevos cursos de doctorado. Se pretenden crear 4 nuevos cursos anualmente. Esto también considera aquellos cursos antiguos que resulten actualizados por la inclusión de temas nuevos provenientes de la participación de académicos externos. Los cursos deben realizarse acorde a las exigencias del postgrado, con un temario que ponga especial énfasis en el estado del arte de la investigación, problemas abiertos y aplicaciones.

3.3 Interacción y contacto científico. Se contempla la participación y asistencia de los alumnos de doctorado en los seminarios periódicos del DIM/CMM (mecánica matemática, matemáticas discretas, optimización, probabilidades, etc.) además de la asistencia a los seminarios excepcionales, charlas, exposiciones y actividades académicas locales. También se espera que los mismos estudiantes organicen un seminario de tesis en que ellos sean los principales protagonistas, lo cual contribuiría al intercambio de sus investigaciones y a un ambiente de cooperación y complementareidad.

4.1 Habilitación de la biblioteca. La nueva instalación de nuestra biblioteca incluirá la instalación de dos estaciones de documentación y consulta bibliográfica para los estudiantes de postgrado, para ello se han solicitado 10,7MM\$ que incluyen la compra de dos PC con 2 lectores CDROM cada uno, una impresora y suscripción a bases bibliográficas (MathSciNet, Zentralblath).

4.2 Adquisición de libros. Se efectuará la adquisición de un promedio de 35 libros semestralmente y la completación de colecciones de revistas de investigación relativas al doctorado. Para ello se ha solicitado una ayuda de 7MM\$/año.

6.1.3. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES (CARTA GANTT)

En la página siguiente se indica un esquema de la actividad del primer año. En seguida se entrega una tabla resumida de la actividad en los tres años del proyecto.

6.2. EQUIPO DEL PROYECTO

6.2.1. DEFINICION DE ROLES

El **Director del Proyecto** es el responsable principal del proyecto y velará por la buena ejecución y término de los objetivos del proyecto. El **Director adjunto** presta ayuda técnica al Director y le reemplaza en caso de ausencia. El Director y el Director Adjunto asisten a las sesiones del **Comité Académico Ejecutivo** que está formado por académicos del DIM designados por el Director. Las sesiones de este comité se realizarán periódicamente con el fin de evaluar la marcha del doctorado y del presente proyecto, así como para seleccionar los beneficiarios de becas y profesores visitantes. El Comité Académico representará además los intereses de las distintas áreas temáticas presentes en el doctorado.

Director del Proyecto:

Patricio FELMER Director actual del DIM.

Director adjunto:

Pablo DARTNELL Coordinador de Postgrado actual del DIM.

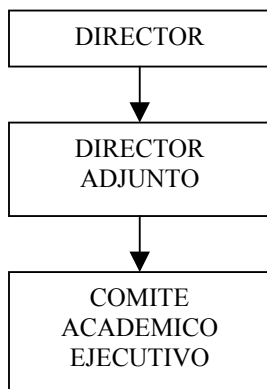
Comité Académico Ejecutivo:

Roberto COMINETTI Académico Jornada Completa DIM

Jaime SAN MARTIN Académico Jornada Completa DIM

Axel OSSES Académico Jornada Completa DIM

6.2.2. ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE GESTION DEL PROYECTO



6.2.3. UNIDAD DE COORDINACION INSTITUCIONAL

Para la dirección, coordinación y operación de los proyectos de pregrado y de postgrado relacionados al MECESUP, la Universidad de Chile ha estructurado organismos específicos de manera de cubrir cuatro aspectos fundamentales para el éxito de ellos:

- La más alta calificación académica y de gestión en la dirección, operación, seguimiento y evaluación de los proyectos
- La responsabilidad y fluidez económico-financiera
- La racionalidad y agilidad en la administración
- La rápida y eficiente vinculación con el MECESUP

Con estos propósitos, la Universidad ha constituido los organismos para el manejo y relación de los proyectos con el MECESUP que se describen a continuación.

COMITÉ EJECUTIVO

Con las siguientes funciones principales:

- Delinear y proporcionar el marco estratégico en el cual se desarrollarán los proyectos de desarrollo de la docencia de pregrado y postgrado de la Universidad, con financiamiento del MECESUP, basándose para ello en los lineamientos estratégicos de la Institución.
- Asegurar el éxito de los proyectos de pregrado y postgrado, el cumplimiento de sus objetivos y metas, hacer seguimiento de los mismos, evaluar sus resultados y auspiciar las medidas correctivas en caso de desviaciones o falencias en el cumplimiento de los propósitos enunciados.
- Vincularse con cada uno de los proyectos y con la Unidad Coordinadora General del MECESUP, a través de la Secretaría Ejecutiva del Comité y de la Unidad de Coordinación Institucional.

El Comité Ejecutivo está integrado por:

Mario SAPAG-HAGAR, Vicerrector de Asuntos Académicos (VAA), quien lo preside.
 Carlos CÁCERES S., Vicerrector de Economía y Administración (VEA).
 Sergio GÓMEZ DEL CANTO, Director del Departamento de Pregrado de la VAA.
 Germán FERRANDO R., Director del Departamento de Postgrado de la VAA.
 Ricardo UAUY D., Representante Académico del Rector.

Este Comité Ejecutivo pasa a ser Estratégico cuando se incorporan el Rector y el Prorector a las reuniones de trabajo

SECRETARÍA EJECUTIVA DEL COMITÉ EJECUTIVO

Con las siguientes funciones principales:

- Coordinar con las unidades académicas y con las unidades centrales la formulación, presentación y posterior puesta en marcha, ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado, en el marco de los concursos del Fondo Competitivo del MECESUP.
- Dar a conocer el marco estratégico institucional en el que se formularán, presentarán y ejecutarán los proyectos de pregrado y postgrado de la Universidad, con recursos del MECESUP.
- Actuar de nexo entre el Comité Ejecutivo y los Directores de Programas de Postgrado y de Proyectos de Pregrado y monitorear sus trabajos y resultados.
- Hacer seguimiento de los proyectos e informar al Comité Ejecutivo de los estados de avance en los aspectos académicos, financieros y administrativos, en estrecha coordinación con la Unidad de Coordinación Institucional.
- Instruir la discontinuidad en la ejecución presupuestaria de los proyectos, según los avances y el cumplimiento de las metas programadas, con la autorización para ello del Comité Ejecutivo.
- Proporcionar al MECESUP las facilidades para que cuente fluidamente con los antecedentes necesarios y llevar a cabo los controles solicitados, operando, para ello, con la Unidad de Coordinación Institucional.

- Coordinar la elaboración de los estados de avance e informes periódicos, académicos, financieros y administrativos, de los proyectos y su presentación al MECESUP.
- Velar por el cumplimiento de los acuerdos establecidos en los convenios firmados con el Ministerio de Educación, en las materias que atañen a los proyectos de pregrado y postgrado desarrollados con recursos del MECESUP.

La Secretaría Ejecutiva estará integrada por:

Andrés VERGARA P., Director del Departamento de Proyectos y Estudios de la Vicerrectoría de Economía y Administración (VEA).

Soledad SANTANA M., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios.

Orlando MOYA V., Asistente Profesional del Departamento de Proyectos y Estudios.

EL COMITÉ ASESOR DEL PROYECTO

- Asesora directamente al Comité Ejecutivo en todos los aspectos académicos que se relacionan con la formulación, seguimiento y evaluación de los proyectos de pregrado y postgrado beneficiados con recursos del MECESUP.
- Sugiere al Comité Ejecutivo áreas y mecanismos de corrección en caso de desviaciones de los proyectos respecto de los objetivos y metas a alcanzar en el área académica.

Está compuesto por académicos destacados de la Universidad de Chile, en aquellas áreas más relacionadas con los objetivos de los proyectos.

- Lucía Invernizzi Santa Cruz, Directora Académica de la Facultad de Filosofía y Humanidades
- Alberto Gurovich Weisman, Director Departamento Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- Norber Galanti Garrone, Académico, Programa Biología Celular, Facultad de Medicina
- Andrés Weintraub Pohorille, Profesor Investigador Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- Tomás Cooper Cortés, Profesor Titular, Facultad Ciencias Agronómicas.

UNIDAD DE COORDINACION INSTITUCIONAL (UCI)

Para todos los efectos de vinculación en materias específicas, entre la Institución y el MECESUP, y de acuerdo a las exigencias establecidas por el Fondo, se ha constituido una Unidad de Coordinación Institucional (UCI), integrada por:

Carlos CÁCERES S.	-	Coordinador Institucional
Andrés VERGARA P.	-	Coordinador Institucional Alterno
Carlos CASTRO S.	-	Encargado Asuntos Financieros
Angela LEITON M.	-	Encargada Asuntos Jurídicos
María Estela PALACIOS	-	Encargada Adquisiciones
Edith SÁNCHEZ M.	-	Encargada Contraloría.

En materias financieras, jurídicas y de contraloría, esta Unidad se contactará directamente con los Directores de Proyectos de Postgrado y Pregrado.

6.2.4. COMITE ASESOR DEL PROYECTO

El Comité Asesor está compuesto por académicos destacados tanto nacionales como extranjeros que tienen un conocimiento suficiente del DIM y su programa de doctorado. Este comité tendrá por misión asesorar directamente al Comité Académico Ejecutivo en todos los aspectos académicos que se relacionan con la formulación, seguimiento y evaluación del presente proyecto MECESUP. Sus miembros podrán sugerir al Comité Académico Ejecutivo mecanismos de corrección en caso de desviaciones del proyecto respecto de los objetivos y metas a alcanzar y proponer ideas tendientes al mejoramiento de la gestión y desarrollo del proyecto.

El Comité Asesor está compuesto por:

Rodolfo RODRIGUEZ	Director de Postgrado, Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción.
Pierre COLLET	Professor, CNRS, France.
Ralph T. ROCKAFELLAR	Professor, University of Washington.

6.3 RECURSOS

6.3.1 RECURSOS SEGÚN FUENTES, USOS Y AÑOS

6.3.2. MEMORIA DE CALCULO

6.3.3. SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTAL
Ingresos Operacionales	123.031	123.875	123.743	123.937	124.116	124.544	743.246
Gastos Operacionales	109.335	110.930	110.237	109.478	108.978	109.228	658.186
Superávit (déficit) operacional	13.696	12.945	13.506	14.459	15.138	15.316	85.060
Ingresos de Capital	1.543	3.713	2.234	600	0	0	8.090
Gastos de Capital	14.426	16.476	15.363	14.504	14.154	14.330	89.253
Superávit (déficit) de capital	(12.883)	(12.763)	(13.129)	(13.904)	(14.154)	(14.330)	(81.163)
Superávit (déficit) total	813	182	377	555	984	986	3.897
Montos en MMS							

6.3.4 ANTECEDENTES RELATIVOS A OBRAS

NO HAY OBRAS CONSIDERADAS EN EL PROYECTO

7. SEGUIMIENTO Y EVALUACION

7.1. INDICADORES DE RESULTADOS DEL PROYECTO

La definición de indicadores de los resultados de este proyecto es un problema bastante complejo. Hay algunos indicadores obvios de cantidad que dicen relación esencialmente con el cumplimiento de la carta Gantt. Hay otros indicadores de más alto nivel que responden a consecuencias directas del desarrollo del proyecto, tanto en aspectos cualitativos como cuantitativos, por ejemplo número de publicaciones generadas a partir de una estadía de investigación o grado de satisfacción de los estudiantes en el uso de servicios de biblioteca. Sin embargo, en proyectos de esta naturaleza, los elementos más importantes en la evaluación de resultados sólo se pueden percibir en un mediano plazo y es muy difícil reducirlo a índices. La modalidad de evaluación de los resultados que se usa para un programa de doctorado como este, así como también de un estudiante o investigador, consiste en el análisis de todos los antecedentes por parte de expertos o comisiones de expertos, generalmente externos. Estos pueden ponderar de manera más objetiva los elementos cualitativos y cuantitativos que se desprenden de los datos objetivos a la vista. Nuestro programa ha sido sometido a este tipo de evaluaciones en varias oportunidades, en ocasión de acreditación tanto en Conicyt como en Fundación Andes. Sería muy útil que transcurridos unos 6 años a partir de la iniciación de este proyecto se hiciera una evaluación en los términos indicados arriba para obtener una medida más acabada del impacto que este proyecto provocó. (Hay que notar que durante el tercer año se recibirán tres nuevos estudiantes en el programa de doctorado y sus resultados en investigación recién deberían empezar a verse unos tres años después).

Los indicadores 1, 2, 4, 6, 8 y 9 son medidas del cumplimiento de las tareas del proyecto así que no las comentaremos.

Incremento en las publicaciones generadas durante las estadías de investigación. Como consecuencia de las estadías de investigación en centros internacionales se espera que se desarrolle investigación. Esta investigación dará origen a publicaciones internacionales en revistas de corriente principal. Hemos puesto como medida de alcance de los objetivos la publicación de 4 artículos por año realizados en estadías. Esta cifra es realista, pues en algunos casos el trabajo será solamente iniciado durante la visita y terminado en una nueva estadía o al regreso.

Número de presentaciones a congresos. Este indicador sirve para medir el número de participaciones en congresos en los cuales el alumno presenta comunicaciones, con comité de selección. Sin embargo este indicador puede también interpretarse como el grado de avance de las investigaciones en curso. Se estima un número limitado de participaciones en congresos en los cuales el alumno no presenta un trabajo.

Percepción de los alumnos sobre variedad de temas ofrecidos. Se diseñará una encuesta simple en la cual se consultará a todos los alumnos inscritos su percepción sobre la variedad de temas ofrecidos en los cursos. Se consultará también sobre la aceptación de los profesores extranjeros para detectar problemas de idioma o adaptaciones culturales. Para la definición de este índice se ha puesto en un nivel 100% el inicio y sobre este indicador se medirá la diferencia. Se considera una variación positiva en un 10% por ciento con respecto a la situación inicial en el

segundo año, y un 20% en el tercero, en el sentido que el estudiante percibirá que se ha incrementado en un 10 ó 20% la variedad temas ofrecidos.

Satisfacción de necesidades de documentación de alumnos. Como consecuencia de las compras de libros y revistas, de la habilitación de computadores de documentación en línea (MathScinet, Zentralblat), se espera que los alumnos percibirán que la biblioteca responde a sus necesidades en un 25% más al final del 2º año y un 50% más al final de tercer año. Esto se medirá a través de una encuesta. Esta percepción de los estudiantes se espera así de positiva, pues en la definición de los títulos de libros y revistas que se comprarán se consultará directamente a ellos, con el fin de satisfacer sus necesidades.

Número de estudiantes que obtienen el grado de doctor. En la tabla anterior no hemos indicado el número de estudiantes graduados como medida del éxito de este proyecto, pues esto ocurrirá unos 4 años después de la matrícula. Considerando las becas otorgadas por este proyecto, el primer graduado debería producirse al final de 2004, luego dos en 2005 y tres en 2006. Ponemos como indicador (extra proyecto) este índice, pues tenemos la confianza que podremos reclutar estudiantes con tal nivel que la graduación será una cuestión de tiempo (4 o 5 años). Dejamos eso sí un margen de un estudiante por casos fortuitos.

Número total de publicaciones. No hemos puesto este número como indicador, pues las publicaciones producto directo de este proyecto comenzarán a ocurrir de manera incipiente sólo hacia el final del proyecto. El grueso de las publicaciones se producirá después de terminado el proyecto. Sin embargo, esperamos que nuestros estudiantes mantengan el número promedio de publicaciones obtenidas por los ya graduados (ver fichas de graduados), y que su calidad aumente producto de la internacionalización y de la consolidación natural del doctorado.

DESCRIPCION	REFERENCIA A OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	TIPO DE VARIABLES (VARIACION O ACUMULADO)	VALOR INICIAL	META/COMPROMISO			ACTIVIDADES ASOCIADAS	
					AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3		
1	Incremento del número de alumnos nuevos como fruto de las becas.	1	Número de alumnos nuevos	Variación	0	1	2	3	1.1-1.2-1.3
2	Fomento de las estadias de especialización en centros de Investigación internacionales.	2	Numero de estudiantes realizando estadias en centros internacionales, en el año	Variación	0	5	5	5	2.1
3	Incremento en las publicaciones generadas durante estadias de investigación	2	Número de publicaciones	Acumuladas	0	4	8	12	2.1
4	Aumento de la participación en congresos	2	Número de estudiantes participando en congresos, en el año.	Acumuladas	0	7	14	21	2.2
5	Número de presentaciones a congresos	2	Número de comunicaciones	Acumuladas	0	6	12	18	2.2
6	Incremento del numero de cursos del programa	3	Número de cursos nuevos entregados a los estudiantes.	Variación	0	4	4	4	3.1-3.2-3.3
7	Percepción de los alumnos sobre variedad de temas ofrecidos	3	Encuesta a alumnos	Variación	100	0	10	20	3.1-3.2-3.3
8	Incremento del material Bibliográfico	4	Número de libros nuevos puestos a disposición de los estudiantes	Variación	0	70	70	70	4.1-4.2
9	Incremento del material Bibliográfico	4	Cantidad de Números de revistas	Variación	0	70	70	70	4.1-4.2
10	Satisfacción de necesidades de documentación de alumnos	4	Encuesta a alumnos	Variación	100	0	25	50	4.1-4.2

7.2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION

El plan de seguimiento y evaluación se realizará en forma coordinada con las directrices definidas por la *Unidad de Coordinación Institucional* descrita en la sección 6.2.3 de este documento.

La información del grado de avance de cada uno de los índices de resultado la hará disponible el director del proyecto en cualquier momento, cuando la autoridad lo requiera. Esta información estará también disponible a los miembros del Comité Asesor Ejecutivo y a los académicos del DIM y CMM. El director del proyecto aprobará los informes que serán enviados periódicamente al Ministerio de Educación.

De acuerdo a lo definido en las bases del programa MECESUP, se realizarán informes de finanzas y adquisiciones en forma trimestral, los que serán enviados al ministerio por el director. Asimismo se elaborará un informe de seguimiento anual.

8. ANEXOS

El FORMULARIO DE AUTOEVALUACION así como los ANEXOS se adjuntan volúmenes separados.

8.1. ANEXO 1. CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Se adjuntan a continuación los currículos de:

- Director de Proyecto
- Director Alterno
- 3 Miembros del Comité Académico Ejecutivo
- 3 Miembros del Comité Asesor

En seguida se adjunta información sobre los:

- 7 Profesores Titulares del DIM en el programa de doctorado.
- 7 Profesores Asociados del DIM en el programa de doctorado.
- 9 Profesores Asistentes del DIM en el programa de doctorado.
- 6 Profesores externos al DIM en el programa de doctorado.

Esta información incluye:

- ✓ FICHA resumen: grado académico, universidad, área de investigación.
- ✓ **Gestión de tesis de pregrado, especialidad y postgrado** (acumulada y detalle últimos 5 años).
- ✓ **Gestión de proyectos de investigación** (últimos 5 años).
- ✓ **Productividad académica**: Lista de publicaciones (últimos 10 años).

8.2 ANEXO 2. PLAN DE ADQUISICIONES

En este proyecto sólo se contempla la compra de dos computadores y una impresora en el primer año del proyecto. Los libros y revistas se comprarán anualmente.

8.3. ANEXO 3. INFORMACION ADICIONAL

1. FICHAS DE TESIS

Se adjuntan las 8 FICHAS DE TESIS de los graduados del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Mención Modelación Matemática. Estas incluyen la siguiente información:

- Nombre del graduado
- Año de ingreso
- Título de la tesis
- Director de tesis
- Fecha de aprobación del proyecto y defensa de tesis
- Publicaciones asociadas a la tesis de doctorado
- Breve resumen de la tesis de doctorado.

2. RESOLUCION DE LA CREACION DEL PROGRAMA

Se adjunta en Decreto Exento número 001736 fechado el 6 de julio de 1989 donde se crea el programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Modelación Matemática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y se aprueba su reglamento respectivo.

3. ACREDITACION E INFORMES Y DOCUMENTOS DE EVALUACION DEL POSTGRADO

Se incluye fotocopia de los documentos que indican la acreditación por parte de CONYCYT y de Fundación Andes. En el último proceso de acreditación de Fundación Andes, el organismo emitió un documento con una evaluación más detallada del postgrado del evaluador internacional Dr. J. Brent Hiskey, que incluye además un análisis y conclusiones globales de todos los programas que evaluó. Este documento también se adjunta.