

## ANEXO 5

### Programas de Asignaturas

#### PROGRAMA DE ASIGNATURA

##### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Análisis I		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-401	Pre-requisitos: Ingreso al Programa	Horas de docencia directa <sup>1</sup> semanal: 4,03	Horas Cátedra: 2,03
Examen			Horas Otras <sup>2</sup> : 2
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>3</sup> semanal: 8,42	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 211,7 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

##### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. En ella, el estudiante adquiere los principales conceptos del análisis matemático y sus aplicaciones, desarrollando habilidades para la resolución de problemas, pensamiento abstracto y reflexivo.

##### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene.

##### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> </ul>
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.</li> </ul>

<sup>1</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>2</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Reuniones con profesor, ayudantía, evaluaciones.

<sup>3</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.

### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.

## 6. Contenidos

### 1. Definición de espacios métricos y ejemplos:

- 1.1. Espacios métricos: bolas abiertas, cerradas y esferas.
- 1.2. Espacios normados: desigualdades de Hölder y Minkowsky.
- 1.3. Espacios Pre-Hilbertianos: desigualdad de Cauchy-Schwarz, Pitágoras, Desigualdad de Bessel, Ley del Paralelógramo.

### 2. Noción de funciones continuas:

- 2.1. Isometrías, Homeomorfismos, Contracciones, Funciones de Lipschitz.
- 2.2. Funciones lineales y multilineales continuas.
- 2.3. Continuidad uniforme.

### 3. Topología y conceptos básicos:

- 3.1. Topología: abiertos, cerrados, puntos límites, clausura, frontera, exterior, espacios de Hausdorff, regular y normal.

### 4. Conexidad y arco-conexidad:

- 4.1. Conexidad y componentes conexas.
- 4.2. Continuidad y Conexidad.
- 4.3. Arco-conexidad y componentes arco-conexas.
- 4.4. Continuidad y arco-conexidad.

### 5. Completitud:

- 5.1. Sucesiones de Cauchy.
- 5.2. Espacios completos.
- 5.3. Ejemplos: Espacios de Banach, Espacios de Hilbert, Espacios de Funciones acotadas.
- 5.4. Teorema de Baire.
- 5.5. Completación de espacios métricos.
- 5.6. Teorema de puntos fijos para contracciones.

### 6. Compacidad:

- 6.1. Compacidad para espacios topológicos.
- 6.2. Nociones equivalentes en espacios métricos.
- 6.3. Teorema de Tychonoff.
- 6.4. Continuidad Uniforme y Espacios métricos compactos.
- 6.5. Espacios normados de dimensión finita.

- 6.6. Equicontinuidad.  
6.7. Teorema de Stone Weierstrass.

**7. Separabilidad.**

**8. Cálculo Diferencial en Espacios de Banach.**

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Exposiciones, Grupos de trabajo e Investigación.

**8. Evaluación de los resultados de aprendizaje**

Requisitos de aprobación y calificación <sup>4</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

**9. Recursos para el aprendizaje**

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lima, E. L. (2007). <b>Espaços métricos</b>. 4th Edition, Rio de Janeiro: IMPA. ISBN: 978-85-244-0158-9.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedersen, G. K. (1989). <b>Analysis Now (Graduate Texts in Mathematics)</b>. Springer-Verlag. New York Inc. ISBN: 978-14-612-6981-6.</li> <li>Rudin, W. (1976) <b>Principles of Mathematical Analysis</b>. 3rd Edition, McGraw-Hill, New York. ISBN: 978-00-708-5613-4.</li> <li>Carothers, N. L. (2000). <b>Real analysis</b>. Cambridge University Press. ISBN: 978-05-214-9756-5.</li> </ul>

<sup>4</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,03	17	34,51
Ayudantía/Ejercicios	1	17	17
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,5	17	8,5
Otras (consultas)	0,5	17	8,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1,32	17	22,44
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7,1	17	120,7
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,45</b>	<b>17</b>	<b>211,7</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Álgebra I		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-402	Pre-requisitos: Ingreso al Programa	Horas de docencia directa <sup>5</sup> semanal: 3,7	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>6</sup> : 1.5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>7</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. El estudiante aprenderá conceptos, herramientas y técnicas relacionadas a la teoría de grupos, de anillos y de cuerpos, desarrollando habilidades para identificar conexiones con problemas físicos y matemáticos.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-210:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las principales propiedades de aplicaciones lineales en espacios vectoriales, estableciendo el kernel e imagen de una aplicación dada, y la dimensión de estos espacios.</li> <li>Distingue las formas matriciales normales de aplicaciones lineales, determinando una triangulación, la diagonalización y la forma normal de Jordan de una aplicación dada.</li> <li>Justifica el cálculo de bases y de proyecciones ortogonales en espacios con producto interno, utilizando procedimientos de ortogonalización.</li> </ul>

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> </ul>

<sup>5</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>6</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones.

<sup>7</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Interpreta nociones algebraicas conocidas, generalizándolas a través de la teoría de grupos.
- Combina herramientas de la teoría de grupos para estudiar representaciones lineales.
- Generaliza resultados clásicos sobre los números enteros, mediante el lenguaje de anillos y cuerpos.

**6. Contenidos**

1. Grupos, subgrupos. Teorema de Lagrange, subgrupos normales, grupos cocientes. Acciones de grupos. Teoremas de Sylow. Grupos abelianos finitamente generados. Teorema de Jordan-Hölder.
2. Representaciones, subrepresentaciones. Representaciones irreducibles, producto tensorial. Caracteres y ortogonalidad.
3. Anillos, dominios enteros, cuerpo de fracciones, dominios principales, dominios euclidianos, dominios de factorización única. Ideales, anillo cociente. Ideales radicales, primos y maximales. Anillos noetherianos. Teorema de la base de Hilbert y Hilbert Nullstellensatz. Módulos sobre un anillo.

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>8</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dummit, D. S., &amp; Foote, R. M. (2004). <b>Abstract algebra (Vol. 3)</b>. Hoboken: Wiley. ISBN: 978-04-714-3334-7.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hungerford, T. W. (2012). <b>Abstract algebra: an introduction</b>. Cengage Learning. ISBN: 978-11-115-6962-4.</li> <li>Serre, J. P. (1977). <b>Linear representations of finite groups</b>. ISBN: 978-14-684-9458-7.</li> <li>Atiyah, M. F., &amp; Macdonald, I. G. (1969). <b>Introduction to commutative algebra</b>. AddisonWesley. Reading, MA. ISBN: 978-02-010-0361-1.</li> <li>Fraleigh, J. B. (2003). <b>A first course in abstract algebra</b>. Pearson Education India. ISBN: 978-02-017-6390-4.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>8</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	1,1	17	18,7
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,4	17	6,8
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	7	17	119
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	2	17	34
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Topología		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-403	Pre-requisitos: Ingreso al Programa	Horas de docencia directa <sup>9</sup> semanal: 3,7	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>10</sup> : 1.5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>11</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. El estudiante profundizará en conceptos, técnicas y herramientas de topología: vecindad abierta, compacidad, continuidad, así como elementos introductorios de topología algebraica como homotopía, desarrollando habilidades para el análisis matemático y pensamiento abstracto.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-401:

- Identifica las principales características de espacios métricos, vectoriales normados y topológicos, ejemplificando cada tipo de espacio.
- Distingue los espacios de Hausdorff, los espacios separables, entre otros, identificando sus propiedades.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

<sup>9</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>10</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones.

<sup>11</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Interpreta nociones topológicas conocidas, generalizándolas al contexto de espacios topológicos abstractos.
- Identifica propiedades intrínsecas, como conectividad y compacidad, de los espacios topológicos.
- Generaliza resultados avanzados basados en conceptos y herramientas de topología.

**6. Contenidos**

1. Espacios topológicos, topologías, subbases, bases.
2. Subespacios topológicos. Funciones continuas, funciones abiertas y cerradas. Homeomorfismos.
3. Conectividad. Arco-conectividad. Espacios Hausdorff, regulares y normales. Redes. Espacios compactos.
4. Topología producto y teorema de Tychonoff. Topología cociente.
5. Espacios segundo numerable. Espacios separables. Teorema de metrización de Urysohn. Homotopía.
6. Grupo fundamental. Teorema de Van-Kampen. Espacios de cubrimiento.

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>12</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Munkres, J. (1999). <b>Topology</b>. Pearson Education. ISBN: 978-0131816299.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dugundji, J. (1966). <b>Topology</b>. Allyn and Bacon. Inc., Boston. ISBN: 978-0205002719.</li> <li>Kelley, J. L. (2017). <b>General topology</b>. Courier Dover Publications. ISBN: 978-0486815442.</li> <li>Lee, J. (2010). <b>Introduction to topological manifolds</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1441979391.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>12</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	1,1	17	18,7
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,4	17	6,8
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	7	17	119
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	2	17	34
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Variable Compleja</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-404</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>Ingreso al Programa</b>	<b>Horas de docencia directa<sup>13</sup></b> <b>semanal: 3,7</b>	<b>Horas Cátedra: 2,2</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras<sup>14</sup>: 1.5</b>
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo<sup>15</sup> semanal: 9</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. El estudiante aprenderá conceptos, herramientas y técnicas relacionadas al análisis complejo y a la teoría de funciones holomorfas, desarrollando habilidades para el análisis matemático, resolución de problemas y pensamiento abstracto.
---

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-024:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar el lenguaje y las técnicas propias del cálculo integral y diferencial en varias variables.</li> <li>Caracterizar analítica y geométricamente curvas y ecuaciones paramétricas.</li> <li>Comprender y aplicar los conceptos y resultados relativos a integrales de línea, especialmente el teorema de Green.</li> </ul>
--

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> </ul>
---

<sup>13</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>14</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones.

<sup>15</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Analiza funciones holomorfas mediante técnicas análogas a las del cálculo diferencial real.
- Establece una conexión entre funciones analíticas, holomorfas y meromorfas.
- Probar resultados clásicos, utilizando herramientas de integración compleja como el Teorema de Cauchy.

**6. Contenidos**

1. Plano complejo. Funciones holomorfas. Integración. Teorema de Cauchy. Integral de Cauchy. Integrales impropias reales. Teorema de Liouville. Teorema de Morera. Principio de reflexión de Schwarz. Teoremas de Weierstrass y Runge. Funciones analíticas y holomorfas. Funciones armónicas.
2. Funciones meromorfas. Series de Laurent. Puntos singulares. Residuos. Teoremas de Cauchy para residuos. Integrales impropias reales. Continuación analítica. Logaritmo complejo. Funciones enteras. Productos infinitos.
3. Teorema fundamental de álgebra. Introducción a la geometría compleja. Introducción a las funciones holomorfas en varias variables.

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>16</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stein, E. M., &amp; Shakarchi, R. (2010). <b>Complex analysis (Vol. 2)</b>. Princeton University Press. ISBN: 978-069.1113852.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rudin, W. (2006). <b>Real and complex analysis</b>. Tata McGraw-hill education. ISBN: 978-0070542341.</li> <li>Newman, D. J., &amp; Bak, J. (2010). <b>Complex analysis</b>. ISBN: 978-1-4419-7287-3.</li> <li>Huybrechts, D. (2006). <b>Complex geometry: an introduction</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-540-21290-4.</li> <li>Wells, R. O. N., &amp; García-Prada, O. (2008). <b>Differential analysis on complex manifolds</b>. New York: Springer. ISBN: 978-0-387-73891-8</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>16</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	1,1	17	18,7
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,4	17	6,8
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	7	17	119
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	2	17	34
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Análisis II</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-405</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>MAT-401</b>	<b>Horas de docencia directa</b> <sup>17</sup> <b>semanal: 4</b>	<b>Horas Cátedra: 2,33</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras</b> <sup>18</sup> : 1.66
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo</b> <sup>19</sup> <b>semanal: 6</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 214,3 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. En ella, el estudiante adquiere los principales conceptos y propiedades de la teoría de la medida e integración en espacios abstractos, así como de los espacios de funciones p-integrables.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT-401:**

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

#### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.

<sup>17</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>18</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones, consultas.

<sup>19</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en la teoría de funciones reales, teoría de medida e integración.

## 6. Contenidos

### 1. Conceptos de Medida, espacios y funciones medibles.

- 1.1 Álgebra,  $\sigma$ -álgebra, medidas.
- 1.2 Medida exterior.
- 1.3 Conjuntos medibles y medida de Lebesgue.
- 1.4 Conjuntos no medibles.
- 1.5 Funciones medibles.

### 2. Medida de Lebesgue.

- 2.1 Teoremas de extensión de medidas e integrales.
- 2.2 Teoremas de convergencia.
- 2.3 Teorema de representación de Riesz.
- 2.4 Medida de Lebesgue.
- 2.5 La integral de Lebesgue general.

### 3. Diferenciación e Integración.

- 3.1 Diferenciación de funciones monótona.
- 3.2 Funciones de variación acotada.
- 3.3 Diferenciación de una integral.
- 3.4 Continuidad absoluta.
- 3.5 Funciones convexas.

### 4. Los Espacios de Banach Clásicos.

- 4.1 Los espacios  $L_p$ .
- 4.2 Las desigualdades de Hölder y Minkowski.
- 4.3 Convergencia y completitud.
- 4.4 Aproximación en  $L_p$ .
- 4.5 Funcionales lineales acotados en  $L_p$ .

### 5. Tópicos adicionales.

- 5.1 Aspectos generales de la medida de Lebesgue e integración en  $\mathbb{R}^n$ : definiciones básicas, funciones medibles, teorema de Fubini, medidas con signo, teorema de Radon – Nikodym, espacios  $L_p$ .
- 5.2 Introducción a la teoría de distribuciones.

### 5.3 Transformada de Fourier.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor, exposiciones y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>20</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Royden, H. L., &amp; Fitzpatrick, P. M. (2010). <b>Real analysis (4th Edition)</b>. New Jersey: Printice-Hall Inc. ISBN: 978-01-314-3747-0.</li> <li>Rudin, W. (1986). <b>Real and complex analysis (3rd Edition)</b>. McGraw-hill education. ISBN: 978-00-705-4234-1.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bartle, R. G., &amp; Bartle, R. G. (1995). <b>The elements of integration and Lebesgue measure</b>. New York: Wiley. ISBN: 978-04-710-4222-8.</li> <li>Evans, L. C., &amp; Gariepy, R. F. (2015). <b>Measure theory and fine properties of functions</b>. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 978-14-822-4238-6.</li> <li>Dym, H., &amp; McKean Jr, H.P. (1972). <b>Fourier series and integrals</b>. Academic Press New York. ISBN: 978-01-222-6451-1.</li> <li>de Castro Jr, A.A. (2004). <b>Curso de teoría da medida</b>. IMPA. ISBN: 978-85-244-0394-1.</li> </ul>

<sup>20</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,33	17	39,61
Ayudantía/Ejercicios	1,66	17	28,22
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	3	2	6
Otras (Especificar). - Reuniones con profesor	0,5	5	2,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	6	6	36
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	6	17	102
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>19,49</b>	<b>17</b>	<b>214,33</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Análisis Funcional		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-406	Pre-requisitos: MAT-401 MAT-405	Horas de docencia directa <sup>21</sup> semanal: 4.4	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>22</sup> : 2.1
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>23</sup> semanal: 8.3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. En ella, el estudiante adquiere una sólida formación en los temas básicos del Análisis Funcional: dualidad en espacios de normados, operadores lineales, topologías débiles y descomposición espectral. Incluye también una introducción a espacios de Sobolev, así como aplicaciones en ecuaciones diferenciales y optimización.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-401:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.</li> </ul>
<b>MAT-405:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en la teoría de funciones reales, teoría de medida e integración.</li> </ul>

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades</li> </ul>

<sup>21</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>22</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones.

<sup>23</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

de investigación para beneficio de la sociedad.

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Revisa conceptos básicos de espacios vectoriales topológicos necesarios para construir topologías débiles sobre espacios vectoriales normados; distingue las principales diferencias de estas topologías con respecto a las inducidas por una norma.
- Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de espacios duales, de operadores lineales y de topologías débiles, aplicándolos a la resolución de problemas de ecuaciones diferenciales y optimización.
- Contrasta y compara resultados del análisis, del álgebra lineal y de la teoría espectral, en los casos de dimensión finita e infinita, reconociendo sus principales diferencias.
- Identifica y clasifica tanto características como propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.

**6. Contenidos**

- 1. Teoremas clásicos del Análisis Funcional:** Teorema de Banach-Steinhaus. Teorema de la aplicación abierta. Teorema del grafo cerrado. Teorema de la proyección. Teorema de Stampacchia. Teorema de Lax-Milgram. Lema de Zorn. Teoremas de Hahn-Banach (versión analítica y versión geométrica).
- 2. Topologías Débiles:** Definición de topología débil. Teorema de Mazur. Continuidad y semicontinuidad inferior. Definición de topología Débil\*. Teorema de Banach-Alaoglu. Espacios Reflexivos. Teorema de Kakutani. Espacios separables y metrizabilidad. Espacios uniformemente convexos. Teorema de

Milman-Pettis. Reflexividad y separabilidad de espacios  $L^p$ . Teorema de Dunford-Pettis. Introducción a la teoría de distribuciones. Introducción a los espacios de Sobolev.

- 3. Introducción a la Teoría Espectral:** Operadores compactos. Alternativa de Fredholm. Elementos de teoría espectral. Teoría espectral en espacios de Hilbert. Operadores autoadjuntos y normales. Teorema de descomposición espectral.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Tareas y/o exposiciones individuales.
- Estudio independiente por parte de los alumnos.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>24</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brezis, H. (2010). <i>Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-70914-7.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bollobás, B. (1990). <i>Linear analysis</i>. University Press. ISBN: 9780521655774</li> <li>• Conway, J. B. (2013). <i>A course in functional analysis</i> (Vol. 96). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4757-4383-8.</li> </ul>

<sup>24</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Dirección de Postgrado y Programas



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Matemática

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hirsch, F., &amp; Lacombe, G. (2012). <b><i>Elements of functional analysis</i></b> (Vol. 192). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4612-1444-1.</li><li>• Lang, S. (2012). <b><i>Real and functional analysis</i></b> (Vol. 142). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 9781461208976.</li><li>• MacCluer, B. (2008). <b><i>Elementary functional analysis</i></b> (Vol. 253). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-85529-5.</li></ul>
--	---

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	1,2	17	20,4
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,9	17	15,3
Otras (especificar)	0	17	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	3,3	17	56,1
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	5	17	85
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Análisis No lineal		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-409	Pre-requisitos: MAT-406 MAT-418	Horas de docencia directa <sup>25</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 1,8
Examen			Horas Otras <sup>26</sup> : 1,7
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>27</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Ecuaciones en Derivadas Parciales. El estudiante aprenderá algunos métodos del análisis no-lineal como teoremas de punto fijo, técnicas no-variacionales, grado topológico y aplicaciones, para resolver y comprender ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.
--

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-406:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.</li> <li>Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.</li> </ul> <p><b>MAT-418:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.</li> <li>Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.</li> </ul>
---

<sup>25</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>26</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Consultas con profesor, evaluaciones.

<sup>27</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general, usando un lenguaje de acuerdo al contexto.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Generaliza las nociones del cálculo diferencial a operadores definidos sobre espacios de Banach de dimensión arbitraria.
- Construye puntos fijos de aplicaciones distinguiendo propiedades de orden, convexidad, compacidad y/o monotonía de estas.
- Establece propiedades geométricas sobre soluciones obteniendo resultados de no existencia, flujos gradientes, sub y super soluciones.
- Investiga la existencia de soluciones determinando monotonía, convexidad, y/o existencia de puntos fijos del operador asociado.

## 6. Contenidos

1. **Linealización:** Cálculo Diferencial en Espacios Banach y aplicaciones. Teorema de la función implícita y métodos de continuidad. Reducción de Lyapunov-Schmidt y bifurcación.
2. **Teoremas de Punto Fijo:** Métodos de orden, Funciones convexas. Convexidad y Compacidad. Aplicaciones monótonas.
3. **Otras técnicas no-variacionales:** Método de sub- y super-soluciones. No-existencia: Blow-up, identidad de Derrick-Pohozaev, flujos gradientes, propiedades geométricas de las soluciones.
4. **Grado topológico y aplicaciones:** Propiedades fundamentales del grado de Brouwer y aplicaciones, el grado de Leray-Schauder, bifurcación global. Aplicaciones y extensiones.
5. **Grado topológico y aplicaciones:** Propiedades fundamentales del grado de Brouwer y aplicaciones, el grado de Leray-Schauder, bifurcación global. Aplicaciones y extensiones.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Tareas individuales.
- Exposiciones.
- Estudio personal.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>28</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evans, L. C. (2010). <b><i>Partial differential equations</i></b>. Second edition. Graduate Studies in Mathematics, 19. American Mathematical Society, Providence, RI. ISBN: 0-8218-0772-2.</li> </ul>
---------------------	---

<sup>28</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Dirección de Postgrado y Programas



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Matemática

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deimling, K. (1985). <i>Nonlinear Functional Analysis</i>, Springer-Verlag, Berlin. ISBN: 978-3-662-00547-7.</li></ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rabinowitz, P. (1975). <i>Théorie du degré topologique et applications a des problèmes aux limites non lineares</i>. Université Paris VI, Lab. Analyse Numerique.</li><li>• Kavian, O. (1991). <i>Introduction à la théorie des points critiques et applications aux problèmes elliptiques</i>, Springer Verlag. ISBN: 978-3-540-59619-6.</li><li>• Chang, K. C. (2006). <i>Methods in nonlinear analysis</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-540-29232-6.</li><li>• Kesavan, S. (2004). <i>Nonlinear functional analysis: a first course</i>. Springer. ISBN: 978-93-86279-21-7.</li></ul>

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	1,8	17	30,6
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,36	17	6,12
Otras (Consultas con profesor)	1,34	17	22,78
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	0	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	9	17	153
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Análisis Convexo		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-410	Pre-requisitos: MAT-406	Horas de docencia directa <sup>29</sup> semanal: 4.1	Horas Cátedra: 2,1
Examen			Horas Otras <sup>30</sup> : 2
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>31</sup> semanal: 8,38	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,2 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Optimización. En ella, se presentan los conceptos básicos del análisis convexo: conjuntos y funciones convexas, dualidad, etc., desarrollando habilidades en el estudio de problemas de optimización en espacios de Banach.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT-406:**

- Revisa conceptos básicos de espacios vectoriales topológicos para comprender topologías débiles y detectar las principales diferencias con respecto a las topologías inducidas por una norma.
- Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.
- Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.

<sup>29</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>30</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantías, evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>31</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

### 5. Resultados de Aprendizaje

#### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque disciplinar o multidisciplinar.

#### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Domina las herramientas del análisis convexo y dualidad, aplicadas a problemas de optimización y análisis funcional.
- Analiza problemas en cálculo de variaciones y ecuaciones en derivadas parciales, a través del análisis convexo.

### 6. Contenidos

1. **Propiedades de conjuntos convexos:** Convexidad y topología; Interior relativo; Teoremas de Hahn-Banach Geométricos; Teorema de Mazur; Cono de recesión; Teorema de Krein-Milman.
2. **Funciones convexas:** Continuidad y Semi-continuidad inferior; Teorema de Weierstrass- Hilbert-Tonelli; Conjugada de Fenchel; Subdiferencial; Cálculo subdiferencial; Condiciones de optimalidad;

Función de recesión; Aproximación de Moreau-Yosida; Inclusiones diferenciales.

3. **Dualidad en optimización convexa:** Funciones de perturbación; Teorema de dualidad Fuerte; Teorema de Fenchel-Rockafellar; Dualidad Lagrangiana; Teorema de Fritz-John; Teorema Minimax.
4. **Alguno de los siguientes tópicos:**
  - a. Control óptimo convexo;
  - b. Métodos iterativos;
  - c. Subdiferenciales de funciones no convexas;
  - d. Optimización estocástica.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como, por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o más proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>32</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p>
---	--

<sup>32</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	---

### 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peypouquet, J. (2015). <b>Convex optimization in normed spaces: theory, methods and examples</b>. Springer. ISBN: 978-33-191-3710-0.</li> <li>Bauschke, H. H., &amp; Combettes, P. L. (2011). <b>Convex analysis and monotone operator theory in Hilbert spaces</b>. New York: Springer. ISBN: 978-14-419-9466-0.</li> <li>Borwein, J., &amp; Lewis, A. S. (2010). <b>Convex analysis and nonlinear optimization: theory and examples</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-873-1256-9.</li> <li>Hiriart-Urruty, J. B., &amp; Lemaréchal, C. (1993). <b>Convex analysis and minimization algorithms I: Fundamentals</b>. Springer science &amp; business media. ISBN: 978-36-620-2796-7.</li> <li>Hiriart-Urruty, J. B., &amp; Lemaréchal, C. (1993). <b>Convex analysis and minimization algorithms II: Advanced Theory and Bundle Methods</b>. Springer science &amp; business media. ISBN: 978-36-620-6409-2.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brezis, H. (2010). <b>Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-877-0914-7.</li> <li>Rockafellar, R. T. (1970). <b>Convex analysis</b>. Princeton university press. ISBN: 978-06-910-1586-6.</li> </ul>

<p>Elaborado por:</p> <p>Aprobado por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,1	17	35,7
Ayudantía/Ejercicios	1	17	17
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,5	17	8,5
Otras (consultas)	0,5	17	8,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1,32	17	22,44
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7,06	17	120,02
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,48</b>	<b>17</b>	<b>212,2</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Teoría de Semigrupos de Operadores		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-412	Pre-requisitos: MAT-406 MAT-418	Horas de docencia directa <sup>33</sup> semanal: 3,53	Horas Cátedra: 2,33
Examen			Horas Otras <sup>34</sup> : 1,2
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>35</sup> semanal: 8,5	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 204,51 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Control de Ecuaciones Diferenciales Parciales y Problemas Inversos. El estudiante comprenderá los conceptos básicos de la teoría de semigrupos en espacios de Hilbert. Tales herramientas le permitirán resolver problemas de evolución de la Física, Matemática e Ingeniería.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-406:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.</li> <li>Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.</li> </ul> <p><b>MAT-418:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.</li> <li>Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.</li> </ul>
---

<sup>33</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>34</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>35</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

##### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### **DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque disciplinar o multidisciplinar.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

##### **DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identifica las principales herramientas y enfoques usados en teoría de semigrupo.
- Discrimina las limitaciones y fortalezas en la teoría de semigrupo.
- Construye el marco funcional para establecer la buena colocación de problemas de evolución en EDP.

## 6. Contenidos

- 1. Teoría general de semigrupos de operadores lineales.**
  - 1.1. Semigrupos uniforme y fuertemente continuos.
  - 1.2. Operadores disipativos y cuasi-disipativos.
  - 1.3. Generador infinitesimal.
- 2. Problemas de evolución: ecuaciones disipativas.**
  - 2.1. Problema de Cauchy.
  - 2.2. Teoremas de Lumer-Philips, Hille-Yosida.
  - 2.3. Grupos unitarios y el Teorema de Stone.
- 3. Aplicaciones.**
  - 3.1. Ecuación del calor.
  - 3.2. Ecuación de Schrödinger.
  - 3.3. Ecuaciones disipativas no lineales.
  - 3.4. Comportamiento asintótico y puntos de equilibrio.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Exposiciones orales.
- Tareas.
- Certámenes.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>36</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cazenave, T., Braides, A., &amp; Haraux, A. (1998). <i>An introduction to semilinear evolution equations (Vol. 13)</i>. Oxford University Press</li> </ul>
---------------------	---

<sup>36</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



	<p>on Demand. ISBN: 978-0198502777.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pazy, A. (2012). <b><i>Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations (Vol. 44)</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4612-5561-1.</li></ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dautray, R., &amp; Lions, J. L. (1992). <b><i>Evolution problems I</i></b>, volume 5 of Mathematical analysis and numerical methods for science and technology. ISBN: 9783540661016.</li><li>• Brezis, H. (1983). <b><i>Analyse Fonctionnelle</i></b>, edition Masson. ISBN: 9782225771989.</li><li>• Pazy, A. (2012). <b><i>Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations (Vol. 44)</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4612-5561-1.</li><li>• Hille, E., &amp; Phillips, R. S. (1996). <b><i>Functional analysis and semigroups (Vol. 31)</i></b>. American Mathematical Soc. ISBN: 978-0821810316.</li><li>• Brézis, H. (2000). <b><i>Opérateurs maximaux monotones et semi-groupes de contractions dans les espaces de Hilbert</i></b>. Amsterdam: North-Holland publ. ISBN: 978-0444104304.</li><li>• Miyadera, I. (1992). <b><i>Nonlinear semigroups (Vol. 109)</i></b>. American Mathematical Soc. ISBN: 978-1-4704-4520-1.</li></ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	<p>Observaciones:</p>
---	-----------------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,33	17	39,61
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,2	17	3,4
Otras (Reuniones de consultas)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2,5	17	42,5
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1	17	17
Estudio Personal (Individual o grupal)	5	17	85
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,03</b>	<b>17</b>	<b>204,51</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Métodos de los Elementos Finitos Mixtos		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-415	Pre-requisitos: MAT-419	Horas de docencia directa <sup>37</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>38</sup> : 1,2
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>39</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Análisis Numérico. En ella, el estudiante adquirirá los conocimientos y desarrollará las técnicas para analizar problemas en donde se debe utilizar el método de elementos finitos mixtos, estudiando sus formulaciones básicas y las aplicaciones actuales de este método.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-419:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distingue los métodos de diferencias finitas y elementos finitos para la resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales parciales.</li> <li>Construye formulaciones variacionales que permiten argumentar la existencia y unicidad de soluciones.</li> <li>Establece propiedades de estabilidad y convergencia de los métodos numéricos.</li> <li>Evalúa la utilización de herramientas de análisis funcional y ecuaciones diferenciales en el estudio de métodos numéricos.</li> </ul>
---

<sup>37</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>38</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>39</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Distingue el método de elementos finitos mixtos para la resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales parciales.
- Construye formulaciones variacionales que permiten argumentar la existencia y unicidad de soluciones.
- Establece propiedades de estabilidad y convergencia de los métodos numéricos.
- Investiga la adecuada utilización del método en distintos problemas de resolución numérica de ecuaciones diferenciales parciales.

## 6. Contenidos

- 1. Formulaciones variacionales mixtas de problemas clásicos.**
  - a. Métodos duales y primales.
  - b. Existencia y unicidad de solución: condición inf-sup.
  - c. Aplicaciones.
- 2. Formulaciones variacionales mixtas discretas.**
  - a. Existencia y unicidad de solución: condición inf-sup discreta.
  - b. Lemma de Fortin.
  - c. Estimaciones del error a priori.
  - d. Espacios de Raviart-Thomas.
- 3. Aplicaciones.**
  - a. El problema de Stokes.
  - b. Elasticidad Lineal.
  - c. El problema de placas de Reissner-Mindlin.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como, por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o más proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>40</sup>	Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y
---	---

<sup>40</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p>máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

#### 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Braess, D. (2007). <i>Finite elements: Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics</i>. Cambridge University Press. ISBN: 978-04-150-6139-1.</li> <li>DeVore, Ronald, Kunoth, Angela (Eds.) (2009). <i>Multiscale, Nonlinear and Adaptive Approximation</i>. Springer. ISBN 978-3-642-03413-8.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boffi, D., Brezzi, F., &amp; Fortin, M. (2013). <i>Mixed finite element methods and applications</i>. Heidelberg: Springer. ISBN: 978-3-642-36519-5.</li> <li>Quarteroni, A., &amp; Quarteroni, S. (2009). <i>Numerical models for differential problems</i>. Milan: Springer. ISBN: 978-88-470-5522-3.</li> <li>Girault, V., &amp; Raviart, P. A. (2012). <i>Finite element methods for Navier-Stokes equations: theory and algorithms</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-642-61623-5.</li> <li>DeVore, R., &amp; Kunoth, A. (2009). <i>Multiscale, nonlinear and adaptive approximation</i>. Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-03413-8.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados</p>	Observaciones:
--	----------------

Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	
--	--

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,2	17	3,4
Otras (Especificar)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	8	17	136
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Series de Tiempo		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-417	Pre-requisitos: Ingreso al programa	Horas de docencia directa <sup>41</sup> semanal: 4,5	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras <sup>42</sup> : 1,5
Si:	No: x		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>43</sup> semanal: 9,61	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 240 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Probabilidad y Estadística. El estudiante conocerá los modelos básicos usados en series de tiempo univariadas y multivariadas y sus propiedades bajo el supuesto de estacionariedad y cuando esta hipótesis es relajada. Asimismo, identificará los métodos de estimación, selección y predicción de los modelos estudiados, desarrollando habilidades para implementar computacionalmente las técnicas aprendidas en el curso.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de

<sup>41</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>42</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>43</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.

- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS:

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Analiza el trabajo de investigación propio y de otros, crítica y contextualmente.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Construye modelos de series de tiempo, determinando parámetros de modelo e identificando órdenes de los procesos.
- Interpreta estimaciones y analiza propiedades de modelos propuestos seleccionando procedimientos óptimos.
- Combina herramientas de estimación para proponer procedimientos de inferencia para contextos de mayor generalidad.
- Identifica procedimientos óptimos para desarrollar predicción.

## 6. Contenidos

1. Modelos Ingenuos. Suavizamiento exponencial, método de descomposición, método de Holt-Winters, filtros lineales y filtros de medias móviles. Aplicaciones.
2. Modelos ARIMA. Procesos estacionarios, procesos lineales generales, teorema de descomposición de Wold, procesos autorregresivos, de media móvil y ARMA. Estimación, ecuaciones de Yule-Walker, método de máxima verosimilitud, ecuaciones de predicción, algoritmo de Durbin-Levinson, intervalos de confianza para predicciones. Diferenciación y modelos ARIMA estacionales.
3. Modelamiento de Procesos ARIMA. Identificación vía FAC y FACP, selección de modelos, coeficientes AIC y BIC, validación cruzada y predicción hacia atrás. Tratamiento de datos faltantes y técnicas de imputación.
4. Análisis Espectral. Transformada de Fourier y modelos de regresión armónica. La densidad espectral, transformada discreta de Fourier, el periodograma, estimación de frecuencias ocultas, estimación de componentes estacionales. Estimación no paramétrica del espectro, espectro cruzado, extracción de señales y filtros óptimos.
5. Series de Tiempo Multivariadas. Modelos multivariados, estimación de la media y de la función de covarianza, test de independencia entre series estacionarias, fórmula de Bartlett, procesos ARMA multivariados, estimación y predicción, cointegración en series de tiempo, codispersión y comovimiento de series multivariadas. Aplicaciones a series de tiempo financieras.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y uso de software de modelación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>44</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shumway, R.H., &amp; Stoffer, D.S. (2006). <b><i>Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples</i></b>. Springer. ISBN: 978-3-319-52452-8.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brockwell, P.J., &amp; Davis, R.A. (2002). <b><i>Introduction to Time Series and Forecasting</i></b>. Springer. ISBN: 978-1-4757-7750-5.</li> <li>Fan, J., &amp; Yao, Q. (2003). <b><i>Nonlinear Time Series: Nonparametrics and Parametric Methods</i></b>. Springer. ISBN: 978-0-387-69395-8.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>44</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,5	17	42,5
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	0,7	17	11,9
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Teoría Avanzada de Ecuaciones Diferenciales Parciales		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-418	Pre-requisitos: MAT-406	Horas de docencia directa <sup>45</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 1,8
Examen			Horas Otras <sup>46</sup> : 1,7
Si:	No:		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>47</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Ecuaciones en Derivadas Parciales. El estudiante adquiere herramientas de análisis de ecuaciones diferenciales parciales: espacios de Sobolev, soluciones débiles, existencia, regularidad, principios del máximo, desarrollando habilidades para conocer sus conexiones con problemas de diferentes ámbitos físicos y matemáticos.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-406:

- Revisa conceptos básicos de espacios vectoriales topológicos para comprender topologías débiles y detectar las principales diferencias con respecto a las topologías inducidas por una norma.
- Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

<sup>45</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>46</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>47</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Resuelve las ecuaciones de transporte, Laplace, calor y de onda, utilizando herramientas de análisis.
- Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.
- Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.

**6. Contenidos**

- **Algunas ecuaciones importantes:** Ecuación del transporte, Ecuación de Laplace, Ecuación del calor, Ecuación de onda.
- **Espacios de Sobolev:** Derivadas débiles, propiedades elementales, extensiones, trazas, desigualdades de Sobolev, Compacidad. Otros espacios de funciones, aplicaciones.

- **Ecuaciones elípticas de segundo orden:** Soluciones débiles, existencia, regularidad, principios del máximo, valores propios y funciones propias.
- **Ecuaciones parabólicas de segundo orden:** soluciones débiles, existencia y unicidad, regularidad, principios del máximo.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Tareas individuales.
- Exposiciones.
- Estudio personal.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>48</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evans, L.C. (2010) <i>Partial differential equations</i>. Second edition. Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society. ISBN: 978-0821849743.</li> <li>• Brezis, H. (2010). <i>Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-70914-7.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• John, F. (1982). <i>Partial differential equations</i>. <a href="#">Applied Mathematical Sciences</a>, Springer-Verlag, New York. ISBN: 978-0-387-90609-6.</li> <li>• Iório, V.M. (2016). <i>EDP: Um Curso de Graduação</i>, IMPA.</li> </ul>

<sup>48</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Dirección de Postgrado y Programas



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Matemática

	<p>ISBN: 978-85-244-0422-1</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Folland, G. B., Joseph, K. T., &amp; Thangavelu, S. (1983). <b>Lectures on partial differential equations</b> (Vol. 70). Berlin: Springer. ISBN: 978-3540122807.</li><li>• Gilbarg, D., &amp; Trudinger, N. S. (2015). <b>Elliptic partial differential equations of second order</b>. Springer. ISBN: 978-3-642-61798-0.</li></ul>
--	--

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	<p>Observaciones:</p>
---	-----------------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	1,8	17	30,6
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,36	17	6,12
Otras (Especificar): Consultas con profesor	1,34	17	22,78
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	17	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	9	17	153
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-419	Pre-requisitos: MAT-406	Horas de docencia directa <sup>49</sup> semanal: 3,6	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>50</sup> : 1.3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>51</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 214,2 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Análisis Numérico. En ella, el estudiante adquiere los principales conceptos de la resolución numérica y análisis del método de diferencias finitas y el método de elementos finitos, adquiriendo habilidades para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales parciales.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-406:

- Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.
- Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

<sup>49</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>50</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>51</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Distingue los métodos de diferencias finitas y elementos finitos para la resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales parciales.
- Construye formulaciones variacionales que permiten argumentar la existencia y unicidad de soluciones.
- Establece propiedades de estabilidad y convergencia de los métodos numéricos.
- Evalúa la utilización de herramientas de análisis funcional y ecuaciones diferenciales en el estudio de métodos numéricos

**6. Contenidos****1. Método de diferencias finitas.**

- a. Introducción y nociones básicas. Problema modelo. Principio del máximo. Estimaciones del error.

**2. Método de elementos finitos.**

- a. Formulación variacional de problemas elípticos y ejemplos: Lemma de Lax-Milgram y la condición inf-sup.
- b. El método de elementos finitos y su implementación.
- c. Teoría de interpolación polinomial en espacios de Sobolev.
- d. Estimaciones del error a priori y aplicaciones.
- e. Estimaciones del error a posteriori.
- f. Métodos de elementos finitos para problemas parabólicos: estabilidad y estimaciones del error a priori.
- g. Métodos de elementos finitos para problemas hiperbólicos: estabilidad y estimaciones del error a priori.
- h. Métodos de elementos finitos para problemas no lineales: Método de Newton Raphson.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas teóricas, sesiones de aplicaciones computacionales en donde los estudiantes desarrollarán tareas de resolución de problemas que provienen del ámbito de la ciencia e ingeniería.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>52</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ern, A., &amp; Guermond, J. L. (2013). <i>Theory and practice of finite elements</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4757-4355-5</li> <li>• G. Allaire (2007) <i>Numerical Analysis and Optimization: An Introduction to Mathematical Modelling and Numerical Simulation</i>. Oxford University Press. ISBN: 9780199205219.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quarteroni, A., &amp; Quarteroni, S. (2009). <i>Numerical models for differential problems</i>. Milan: Springer. ISBN: 978-88-470-5522-3.</li> <li>• Brenner, S., &amp; Scott, R. (2007). <i>The mathematical theory of finite element methods</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-75934-0.</li> <li>• Ciarlet, P. G. (2002). <i>The finite element method for elliptic problems</i>. Siam. ISBN: 978-0-89871-514-9.</li> <li>• Allaire, G. (2007). <i>Numerical Analysis and Optimization: An Introduction to Mathematical Modelling and Numerical Simulation</i>, Oxford University Press. ISBN: 9780199205219.</li> </ul>

<sup>52</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de postgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar): Consultas con profesor	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	8	17	136
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,6</b>	<b>17</b>	<b>214,2</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Álgebra II		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-425	Pre-requisitos: MAT-402	Horas de docencia directa <sup>53</sup> semanal: 4.5	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras <sup>54</sup> : 1.5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>55</sup> semanal: 9.61	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 240 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en Álgebra y Geometría. En ella, el estudiante profundizará sus conocimientos en teoría de cuerpos y sus extensiones permitiéndole comprender los fundamentos de la teoría de Galois y desarrollar habilidades para identificar cómo dichas nociones se manifiestan en ejemplos concretos de extensiones de cuerpos conocidas.
---

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-402:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpreta nociones algebraicas conocidas, generalizándolas a través de la teoría de grupos.</li> <li>Generaliza resultados clásicos sobre los números enteros, mediante el lenguaje de anillos y cuerpos.</li> </ul>
--

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> </ul>
---

<sup>53</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>54</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.).

<sup>55</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

### **5. Resultados de Aprendizaje**

#### **DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega de manera oportuna sus informes y/o tareas encomendadas.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

#### **DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Examina diferentes tipos de extensiones de cuerpo, clasificándolas de acuerdo a su algebraicidad o trascendencia.
- Generaliza resultados clásicos sobre los números complejos al marco más general de cuerpos algebraicamente cerrados.
- Considera extensiones intermedias, tales como la cerradura separable, que verifican propiedades similares a la cerradura algebraica.
- Combina herramientas de la teoría de grupos y la teoría de cuerpos para establecer la correspondencia entre extensiones galoisianas y grupos de Galois.

### **6. Contenidos**

1. Cuerpos y extensiones. Extensiones finitas y algebraicas. Extensiones trascendentes y grado de trascendencia.
2. Cerradura algebraica. Cuerpo de descomposición y extensiones normales. Extensiones separables y cuerpos finitos. Extensiones inseparables.
3. Extensiones galoisianas. Teorema fundamental de la teoría de Galois. Extensiones solubles y radicales.
4. Tópicos opcionales: Complementos de álgebra conmutativa. Teoría de módulos. Valuaciones, cuerpos locales. Álgebra exterior. Anillos de Dedekind en teoría algebraica de números.

### **7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>56</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de certámenes y de las otras actividades sea mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dummit, D. S., &amp; Foote, R. M. (2004). <b>Abstract algebra (Vol. 3)</b>. Hoboken: Wiley. ISBN: 978-04-714-3334-7.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hungerford, T. W. (2012). <b>Abstract algebra: an introduction</b>. Cengage Learning. ISBN: 978-11-115-6962-4.</li> <li>Samuel, P. (2013). <b>Algebraic Theory of Numbers: Translated from the French by Allan J. Silberger</b>. Courier Corporation. ISBN: 978-04-864-6666-8.</li> <li>Atiyah, M. F., &amp; Macdonald, I. G. (1969). <b>Introduction to commutative algebra</b>. AddisonWesley. Reading, MA. ISBN: 978-02-010-0361-1.</li> <li>Fraleigh, J. B. (2003). <b>A first course in abstract algebra</b>. Pearson Education India. ISBN: 978-02-017-6390-4.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Pedro Montero</p> <p>Aprobado por Consejo de Departamento: 8 noviembre 2022</p> <p>Aprobado por el CPCT: 4 enero 2023</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>56</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	3	17	51,0
Ayudantía/Ejercicios			
Visitas industriales (de Campo)			
Laboratorios / Taller			
Evaluaciones (certámenes, otros)	1,5	3	4,5
Contacto directo entre el docente y el estudiante	1,24	17	21,1
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias			
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar solo si se requiere tiempo extra aula para su preparación)			
Estudio Personal (Individual o grupal)	9,61	17	163,4
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>			<b>240</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Geometría Algebraica</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-427</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>MAT-402</b>	<b>Horas de docencia directa</b> <sup>57</sup> <b>semanal: 4.5</b>	<b>Horas Cátedra: 3</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras</b> <sup>58</sup> : <b>1.5</b>
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo</b> <sup>59</sup> <b>semanal: 9.61</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 240 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en Álgebra y Geometría. En ella el estudiante comprenderá los fundamentos de la geometría algebraica: nociones de variedad algebraica, funciones regulares, espacio proyectivo, funciones racionales, divisores, cohomología de haces, entre otras. Además, examinará en detalle cómo dichas nociones se manifiestan en ejemplos concretos tales como blow-ups, hypersuperficies y fibrados proyectivos. Finalmente, toda la teoría será ilustrada en el caso de curvas algebraicas.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-402:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpreta nociones algebraicas conocidas, generalizándolas a través de la teoría de grupos.</li> <li>Combina herramientas de la teoría de grupos para estudiar representaciones lineales.</li> <li>Generaliza resultados clásicos sobre los números enteros, mediante el lenguaje de anillos y cuerpos.</li> </ul>
--

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b>
--

<sup>57</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>58</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.).

<sup>59</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega de manera oportuna sus informes y/o tareas encomendadas.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Categoriza variedades algebraicas, subvariedades algebraicas y los morfismos asociados que corresponden a funciones regulares.
- Analiza las propiedades intrínsecas de las variedades algebraicas tales como la proyectividad, irreducibilidad, dimensión y suavidad.
- Combina herramientas de la teoría de cohomología y la teoría de fibrados vectoriales para establecer y analizar consecuencias del teorema de Riemann-Roch para curvas algebraicas.

**6. Contenidos**

1. Hilbert's Nullstellensatz y Topología de Zariski. Prehaces, haces y espacios anillados. Variedades afines, funciones regulares, morfismos. Variedades algebraicas, morfismos regulares, producto de variedades, componentes irreducibles.
2. Variedades proyectivas, incrustación de Segre y de Veronese, Grassmannianas. Funciones racionales, dimensión, morfismos finitos. Blow-up, espacio tangente y puntos singulares.
3. Fibrados vectoriales, haces localmente libres, fibrados en recta, divisores. Cohomología de haces, teoremas de anulación y dualidad de Serre. Teorema de Riemann-Roch para curvas algebraicas.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>60</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de certámenes y de las otras actividades sea mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shafarevich, I. R., &amp; Reid, M. (1994). <b><i>Basic algebraic geometry I (2nd, revised and expanded ed.)</i></b>. Springer-Verlag New York. ISBN: 978-35-405-4812-6.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shafarevich, I. R., &amp; Reid, M. (1994). <b><i>Basic algebraic geometry II (2nd, revised and expanded ed.)</i></b>. Springer-Verlag New York. ISBN: 978-35-405-7554-2.</li> <li>Hartshorne, R. (2013). <b><i>Algebraic geometry (Vol. 52)</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-879-0244-9.</li> <li>Harris, J. (2013). <b><i>Algebraic geometry: a first course (Vol. 133)</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-879-7716-4.</li> <li>Griffiths, P., &amp; Harris, J. (2014). <b><i>Principles of algebraic geometry</i></b>. John Wiley &amp; Sons. ISBN: 978-04-710-5059-9.</li> </ul>

<sup>60</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Pedro Montero	Observaciones:
Aprobado por Consejo de Departamento: 28 noviembre 2023	
Aprobado por el CPCT: 4 enero 2024	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	3	17	51,0
Ayudantía/Ejercicios			
Visitas industriales (de Campo)			
Laboratorios / Taller			
Evaluaciones (certámenes, otros)	1,5	3	4,5
Contacto directo entre el docente y el estudiante	1,24	17	21,1
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias			
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar solo si se requiere tiempo extra aula para su preparación)			
Estudio Personal (Individual o grupal)	9,61	17	163,4
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>			<b>240</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Variedades Diferenciables		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-430	Pre-requisitos: MAT-401	Horas de docencia directa <sup>61</sup> semanal: 3,7	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>62</sup> : 1,5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>63</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en Sistemas Dinámicos. En ella el estudiante comprenderá los fundamentos de la geometría y topología diferencial: nociones de variedad diferencial y espacio tangente, fibrado vectorial, variedades riemannianas, formas diferenciales, etc., desarrollando habilidades para identificar cómo dichas nociones se manifiestan en ejemplos concretos de variedades diferenciables conocidas.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-401:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.</li> </ul>

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> <li>Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su</li> </ul>

<sup>61</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>62</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantía, evaluaciones.

<sup>63</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Generaliza las nociones de cálculo al contexto de variedades diferenciable utilizando formas diferenciales.
- Categoriza variedades, subvariedades diferenciables y los morfismos asociados que corresponden a funciones diferenciables.
- Analiza los fibrados tangente y cotangente, y sus campos vectoriales examinando ecuaciones diferenciales, sus derivadas de Lie y corchetes de Lie.

**6. Contenidos**

1. Variedades y subvariedades diferenciables. Funciones diferenciables.
2. Fibrado tangente y cotangente. Campos vectoriales. Ecuaciones diferenciales y flujos. Derivadas de Lie y corchetes de Lie. Formas diferenciables.
3. Distribuciones y el teorema de integrabilidad de Frobenius. Integración. Teorema de Stokes, cohomología de Rham.

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Clases expositivas combinadas con técnicas de aprendizaje cooperativo. Guías de ejercicios con apuntes del profesor y uso de software adecuado.

**8. Evaluación de los resultados de aprendizaje**

Requisitos de aprobación y calificación <sup>64</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warner, F. W. (2013). <i>Foundations of differentiable manifolds and Lie groups</i> (Vol. 94). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-90894-6.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kobayashi, S., &amp; Nomizu, K. (1963). <i>Foundations of differential geometry</i> (Vol. 1, No. 2). New York. ISBN:978-0471157335.</li> <li>Bredon, G. E. (2013). <i>Topology and geometry</i> (Vol. 139). Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-97926-7.</li> <li>Hirsch, M. (1976). <i>Differential topology</i>. New York: Springer-Verlag. ISBN: 978-0-387-90148-0.</li> <li>Milnor, J. W., &amp; Weaver, D. W. (1997). <i>Topology from the differentiable viewpoint</i>. Princeton university press. ISBN:978-0691048338.</li> <li>Aubin, T. (2001). <i>A course in differential geometry</i>. Providence, R.I: American Mathematical Society. ISBN:978-0821827093.</li> <li>Spivak, M. D. (1970). <i>A comprehensive introduction to differential geometry</i>. Publish or perish. ISBN: 978-0914098706.</li> </ul>

<sup>64</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	1,1	17	18,7
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,4	17	6,8
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	4	17	68
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	2	17	34
Estudio Personal (Individual o grupal)	3	17	51
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Teoría de Probabilidades</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-431</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>Ingreso al Programa</b>	<b>Horas de docencia directa</b> <sup>65</sup> <b>semanal: 3,5</b>	<b>Horas Cátedra: 2,2</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras</b> <sup>66</sup> : 1,3
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo</b> <sup>67</sup> <b>semanal: 9</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 207,4 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Probabilidades. En ella, el estudiante adquiere las principales herramientas de la teoría de probabilidades para modelar fenómenos aleatorios. Aplica conocimientos de teoría de la medida, adquiridos previamente. Al término de este ramo, el estudiante utiliza procesos estocásticos para representar magnitudes aleatorias que evolucionan en el tiempo.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.

<sup>65</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>66</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>67</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.

### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identifica las técnicas básicas probabilidades para describir comportamientos aleatorios.

## 6. Contenidos

1. Espacios de probabilidad. Ejemplos: Esquema de Bernoulli, medida de conteo, medida geométrica (medida de Lebesgue), distribuciones (clasificación en singulares y absolutamente continuas como aplicación de teoría de medida).
2. Variables aleatorias. Ejemplos, independencia de álgebras, independencia de variables aleatorias, ejemplo: camino aleatorio, variables aleatorias multidimensionales, composición con funciones, algunas desigualdades.
3. Probabilidad y esperanza condicionales dado una  $\sigma$ -álgebra, esperanza condicional como proyección, ejemplos: función de regresión, martingala discreta, cadena de Markov.
4. Ley de Kolmogorov, tipos de convergencia de sucesiones de variables aleatorias, teorema del límite central para variables independientes.
5. Procesos estacionarios.
6. El movimiento Browniano como límite de caminos aleatorios.
7. Momentos, continuidad de las trayectorias del movimiento Browniano.
8. Tiempos Markovianos, cambio de tiempo para el movimiento Browniano.
9. Principio de Duhamel, submartingalas, procesos recurrentes y transientes.
10. Procesos condicionados, puente Browniano.
11. Procesos de Poisson.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y grupos de trabajo e investigación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>68</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durret, R. (2010). <b><i>Probability: Theory and Examples</i></b>. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN: 978-0521765398.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arnold, L. (1974). <b><i>Stochastic differential equations: theory and applications</i></b>. Wiley. ISBN: 978-0471033592.</li> <li>Billingsley, P. (1979). <b><i>Probability and measure</i></b>. Wiley, New York. ISBN: 978-1118122372.</li> <li>Cox, D., Miller, H. (1968). <b><i>The theory of stochastic processes</i></b>. Methuen, London. ISBN: 978-0412151705.</li> <li>Feller, W. (1965). <b><i>An introduction to probability theory and its applications</i></b>. Wiley, New York. ISBN: 978-0-471-25709-7.</li> <li>Karlin, S., Taylor, H. (1975). <b><i>A first course in stochastic processes. 2nd Ed.</i></b> Academic Press, New York. ISBN: 978-0123985521.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>68</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	0	0
Otras (Especificar): Consultas con profesor	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>207,4</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Fundamentos Matemáticos de la Dinámica de Fluidos		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-432	Pre-requisitos: MAT-415	Horas de docencia directa <sup>69</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>70</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>71</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Análisis Numérico. En ella, el estudiante conocerá los fundamentos matemáticos y numéricos para la resolución de problemas de modelación del movimiento de fluidos, desarrollando habilidades para implementar y analizar los métodos numéricos asociados.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT 415:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distingue el método de elementos finitos mixtos para la resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales parciales.</li> <li>Construye formulaciones variacionales que permiten argumentar la existencia y unicidad de soluciones.</li> <li>Establece propiedades de estabilidad y convergencia de los métodos numéricos.</li> </ul>
---

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita,</li> </ul>
---

<sup>69</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>70</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>71</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

para contribuir al desarrollo de la disciplina.

- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Revisa las distintas ecuaciones que describen el fenómeno de movimiento de fluidos.
- Diferencia los enfoques numéricos para el tratamiento de distintas ecuaciones de fluidos.
- Establece metodologías específicas para resolver problemas de fluidos en programas computacionales.
- Evalúa la conveniencia de usar distintas formulaciones y métodos en el tratamiento de fluidos específicos.

**6. Contenidos**

1. La ecuación de Movimiento. Ecuaciones de Euler, Rotación y Vorticidad. Ecuaciones de Vorticidad. Formulación Física de las ecuaciones de Navier Stokes.

2. Flujos Potencial y Flujos viscosos.
3. Ecuaciones de Navier- Stokes. Formulación Débil.
4. Ecuaciones de Stokes y sus aproximaciones.
5. Discretización temporal de las ecuaciones de Navier Stokes.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como, por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o más proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>72</sup>	<p>Al inicio del semestre, el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p>
---	---

<sup>72</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



	En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.
--	--

#### 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"><li>Quarteroni, A., &amp; Quarteroni, S. (2009). <b><i>Numerical models for differential problems</i></b>. Milan: Springer. ISBN: 978-88-470-5522-3.</li><li>Chorin, A. J., Marsden, J. E., &amp; Marsden, J. E. (1990). <b><i>A mathematical introduction to fluid mechanics</i></b>. New York: Springer. ISBN: 978-1-4612-0883-9.</li></ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"><li>Quarteroni, A., &amp; Valli, A. (2008). <b><i>Numerical approximation of partial differential equations</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-540-85268-1.</li></ul>

Elaborado por:  Aprobado por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar): Consultas con profesor	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	8	17	136
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Interacción Fluido Estructura		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-433	Pre-requisitos: MAT-419	Horas de docencia directa <sup>73</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>74</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>75</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Análisis Numérico. En ella, el estudiante conocerá los fundamentos matemáticos y numéricos para la resolución de problemas de modelación de las vibraciones de estructuras elastodinámicas acopladas con fluidos, desarrollando habilidades para implementar y analizar métodos numéricos asociados.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-419:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distingue los métodos de diferencias finitas y elementos finitos para la resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales parciales.</li> <li>Construye formulaciones variacionales que permiten argumentar la existencia y unicidad de soluciones.</li> </ul>
---

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> </ul>
---

<sup>73</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>74</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>75</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

## 5. Resultados de Aprendizaje

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Revisa formulaciones matemáticas para problemas de interacción entre fluido y estructuras elásticas.
- Desarrolla metodologías numéricas para el estudio de métodos en problemas de autovalores.
- Formula métodos numéricos para resolver problemas de vibraciones de fluidos acústicos y estructuras elásticas.
- Construye soluciones de problemas tipo de vibraciones (acústicas, estructuras e interacción entre ambas).

## 6. Contenidos

1. Deformación y vibraciones de una membrana.
2. Método de elementos finitos. Implementación computacional.
3. Problemas de autovalores generalizados  $Kx = \lambda Mx$ . Resolución numérica.
4. Análisis Numérico de problemas de autovalores. Convergencia.

5. Análisis dinámico de estructuras elásticas. Vibraciones en sólidos.
6. Ecuaciones de la Acústica. Vibraciones en fluidos.
7. Análisis dinámico de sistemas con interacción fluido-estructura. Distintas formulaciones.
8. Aplicaciones: propagación de ruidos; oleaje de líquidos en recipientes.
9. Solución numérica de problemas con interacción fluido-estructura.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como, por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o más proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el que el estudiante expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>76</sup>	<p>Al inicio del semestre, el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p>
---	--

<sup>76</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sun, J., &amp; Zhou, A. (2016). <b>Finite element methods for eigenvalue problems</b>. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 9-781-48-225-464-8.</li> <li>Morand, H. J. P., &amp; Ohayon, R. (1995). <b>Fluid structure interaction- Applied numerical methods</b>. J. Wiley &amp; Son. ISBN: 9-780-47-194-459-1.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bathe, K. J. (2006). <b>Finite element procedures</b>. Klaus-Jurgen Bathe. ISBN: 978-0-9790049-5-7.</li> <li>Bermúdez, A., Durán, R., Muschietti, M. A., Rodríguez, R., &amp; Solomin, J. (1995). <b>Finite element vibration analysis of fluid–solid systems without spurious modes</b>. <i>SIAM Journal on Numerical Analysis</i>, 32(4), 1280-1295. doi: 10.1137/0732059.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	8	17	136
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Problemas Inversos		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-434	Pre-requisitos: MAT-406 MAT-418	Horas de docencia directa <sup>77</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2,2
Examen			Horas Otras <sup>78</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>79</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Control de EDP y Problemas Inversos. En ella, el estudiante adquiere las principales técnicas matemáticas de Problemas Inversos: Se estudian la unicidad, estabilidad y reconstrucción, y se utiliza teoría básica de EDPs y de los espacios de Sobolev, desarrollando habilidades para estudiar problemas consistentes en recuperar algún elemento de una ecuación diferencial a partir del conocimiento parcial de soluciones.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-406:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.</li> <li>Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.</li> </ul> <p><b>MAT-418:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.</li> <li>Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando</li> </ul>
---

<sup>77</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>78</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>79</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identifica las etapas asociadas al estudio de un problema inverso en ecuaciones en derivadas parciales, identificabilidad, estabilidad, caracterización y reconstrucción.
- Distingue las principales herramientas utilizadas para la identificabilidad, estabilidad y reconstrucción numérica en problemas inversos asociados a ecuaciones diferenciales parciales.

- Analiza desigualdades de Carleman para operadores diferenciales, en el contexto de problemas inversos.
- Propone un problema de control óptimo para la reconstrucción, caracterización de las condiciones de optimalidad y la implementación numérica asociada al problema.

## 6. Contenidos

### 1. Introducción y preliminares.

- 1.1. Introducción a los Problemas Inversos.

### 2. Problema de Calderón.

- 2.1. Introducción: El problema de impedancia eléctrica.
- 2.2. Ecuaciones elípticas.
- 2.3. Unicidad.
- 2.4. Estabilidad.

### 3. Desigualdades de Carleman globales.

- 3.1. Problema de Calderón con datos parciales.
- 3.2. Problema de Corrocción.
- 3.3. Problema geométrico en la ecuación de Laplace.
- 3.4. Método de Bukhgeim-Klibanov aplicado a la ecuación de ondas.

### 4. Reconstrucción numérica.

- 4.1. Problema de optimización asociado a la reconstrucción.
- 4.2. Derivada respecto del dominio.
- 4.3. Metodo de Level-Set.
- 4.4. Reconstrucción para un problema geométrico.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Exposiciones orales.
- Tareas.
- Certámenes.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>80</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p>
---	---

<sup>80</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Salo, M., (2008). <b>Calderón Problem</b>. <i>Lecture notes in Department of Mathematics and Statistics, University of Helsinki</i>. <a href="http://www.rni.helsinki.fi/~msa/teaching/calderon/calderon_lectures.pdf">http://www.rni.helsinki.fi/~msa/teaching/calderon/calderon_lectures.pdf</a>.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natterer, F., (2001). <b>The Mathematics of Computerized Tomography</b>. SIAM. ISBN: 978-0-89871-493-7.</li> <li>Uhlmann, G. (1999). <b>Developments in inverse problems since Calderon's foundational paper</b>. Harmonic analysis and partial differential equations, Chicago, 295-345. ISBN: 978-0226104553.</li> <li>Choulli, M. (2016). <b>Applications of elliptic Carleman inequalities to Cauchy and inverse problems</b>. Springer. ISBN: 978-3-319-33642-8.</li> <li>Simon, J. (1989). <b>Diferenciación de problemas de contorno respecto del dominio</b>. Lecture notes in the University of Sevilla.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,2	17	37,4
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar): Consultas con el profesor	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2,5	17	42,5
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	6,5	17	110,5
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Control de Ecuaciones Diferenciales Parciales		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-436	Pre-requisitos: MAT-406 MAT-418	Horas de docencia directa <sup>81</sup> semanal: 3,73	Horas Cátedra: 2,33
Examen			Horas Otras <sup>82</sup> : 1,4
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>83</sup> semanal: 8,75	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,16 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Control de EDP y Problemas Inversos. En ella, el estudiante adquiere las principales técnicas matemáticas para estudiar problemas de controlabilidad de ecuaciones diferenciales parciales en evolución, desarrollando habilidades para aplicar conocimientos del análisis funcional y de la teoría básica de ecuaciones diferenciales parciales en problemas ligados a la ingeniería.
--

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-406:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza resultados clásicos del análisis funcional para determinar propiedades de operadores lineales y de topologías débiles.</li> <li>Identifica características y propiedades de operadores lineales, aplicándolas a la resolución de ecuaciones.</li> </ul> <p><b>MAT-418:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.</li> <li>Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.</li> </ul>
---

<sup>81</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>82</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>83</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

##### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### **DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

##### **DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Determina la controlabilidad exacta, aproximada y a cero para un problema de control de ecuaciones diferenciales parciales.
- Identifica las principales herramientas y enfoques usados en teoría del control de ecuaciones diferenciales parciales.
- Discrimina las limitaciones y fortalezas de los distintos enfoques de análisis para el estudio de un

problema de control.

- Combina distintos métodos de la teoría de control para estudiar sistemas modelados por ecuaciones en derivadas parciales.

## 6. Contenidos

1. **Introducción.**
2. **Conceptos preliminares:** Control interno y control frontera; Tipos de controlabilidad; Estabilidad y estabilización; Caracterización por dualidad del control exacto, del control aproximado y del control a cero.
3. **Control exacto de la ecuación de transporte:** Método directo; Método por dualidad.
4. **Controlabilidad exacta de la ecuación de ondas:** Método de los multiplicadores; Método de Fourier y Desigualdades de Ingham.
5. **Controlabilidad aproximada y a cero de la ecuación del calor:** Principios de continuación única; Método de momentos; Desigualdades de Carleman globales.
6. **Estabilización de EDP:** Estabilización a partir de la observabilidad para la ecuación de ondas; Método de amortiguamiento para la ecuación de ondas. Método de localización de polos para la ecuación del calor; Método de Backstepping para las ecuaciones del calor y de ondas.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Exposiciones.
- Grupos de trabajo.
- Investigación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>84</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de certámenes y de las otras actividades sea mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa</p>
---	--

<sup>84</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coron, J. M. (2007). <b>Control and nonlinearity (No. 136)</b>. American Mathematical Soc. ISBN: 978-0-8218-4918-7.</li> <li>• Micu, S., &amp; Zuazua, E. (2004). <b>An introduction to the controllability of partial differential equations. Quelques questions de théorie du contrôle. Sari, T., ed., Collection Travaux en Cours Hermann.</b></li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avdonin, I., Avdonin, S. A., &amp; Ivanov, S. A. (1995). <b>Families of exponentials: the method of moments in controllability problems for distributed parameter systems</b>. Cambridge University Press. ISBN: 978-0521144957.</li> <li>• Lions, J.L (1988). <b>Contrôlabilité exacte, perturbations et stabilisation de systèmes distribués, Vol. 1 &amp; 2</b>. Masson, RMA, Paris. ISBN: 978-94-010-7351-6.</li> <li>• Komornik, V., &amp; Loret, P. (2005). <b>Fourier series in control theory</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-27408-9.</li> <li>• Krstic, M., &amp; Smyshlyaev, A. (2008). <b>Boundary control of PDEs: A course on backstepping designs (Vol. 16)</b>. Siam. ISBN: 978-0898716-50-4.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,33	17	39,61
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,4	17	6,8
Otras (Reuniones de consultas)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2,5	17	42,5
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1,25	17	21,25
Estudio Personal (Individual o grupal)	5	17	85
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,48</b>	<b>17</b>	<b>212,16</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Modelos Biomatemáticos		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-437	Pre-requisitos: MAT-440	Horas de docencia directa <sup>85</sup> semanal: 3,6	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>86</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>87</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 214,2 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

<p>Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Sistemas Dinámicos. El estudiante modelará y analizará problemas en dinámica poblacional, epidemiología matemática, cinemática de reacciones bioquímicas, sistemas excitables y fenómenos de propagación espacial. Para ello, el estudiante aprenderá y aplicará técnicas avanzadas de análisis de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales en los modelos estudiados, dando énfasis en la interpretación de los resultados obtenidos en el contexto del fenómeno biológico en estudio.</p>
---

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>MAT-440:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, identificando sistemas topológicamente equivalentes y aplicando los teoremas de Hartman y de Poincaré-Bendixson.</li> <li>Utiliza herramientas de cálculo diferencial, integral y vectorial.</li> </ul>
--

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<p><b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> </ul>
---

<sup>85</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>86</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>87</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

#### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

### **5. Resultados de Aprendizaje**

#### **DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

#### **DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Investiga un problema de crecimiento poblacional, enfermedades infecciosas, propagación y oscilaciones biológicas formulando un modelo matemático que se ajusta al problema.
- Analiza los modelos biomatemáticos usando técnicas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.
- Analiza las soluciones obtenidas de un modelo matemático clasificándolas en términos del fenómeno biológico estudiado.

### **6. Contenidos**

- 1. Dinámica de Poblaciones:** Modelos para poblaciones aisladas. Sistemas depredador-presa. Respuestas funcionales, bifurcaciones y ciclos límite. Modelos bien planteados.
- 2. Enfermedades infecciosas:** Modelos SIRS, número básico de reproducción.
- 3. Cinética de reacciones bioquímicas:** Modelo de Michaelis-Menten, sistemas slow-fast y análisis de perturbación singular.

4. **Oscilaciones biológicas:** Osciladores acoplados y sincronización. Ondas viajeras en osciladores acoplados. Oscilaciones de relajación, propagación de impulsos nerviosos en neuronas, ecuaciones de Hodgkin-Huxley, modelo de Fitzhugh-Nagumo. Sistemas slow-fast y teoría geométrica de perturbación singular.
5. **Mecanismos de dispersión espacial:** Ecuación de conservación. Convección, atracción y difusión. Ecuaciones de reacción-difusión y propagación espacial. Ondas viajeras en ecuaciones de reacción-difusión: pulsos viajeros, frentes de onda, ondas periódicas. Ecuación de Fisher-Kolmogorov.
6. **Formación de patrones:** Bifurcación de Turing. Sistemas activador-inhibidor, morfogénesis (creación de formas y patrones espaciales).

#### 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas teóricas.
- Tareas individuales.
- Exposiciones por parte de los alumnos.

#### 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>88</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

#### 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Britton, N. F. (2012). <i>Essential Mathematical Biology</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-1-4471-0049-2.</li> <li>• Farkas, M. (2001). <i>Dynamical Models in Biology</i>. Academic press.</li> </ul>
---------------------	---

<sup>88</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



	<p>ISBN: 978-0122491030.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edelstein-Keshet, L. (2005). <b>Mathematical Models in Biology</b>. Society for Industrial and Applied Mathematics. ISBN: 9780898715545.</li><li>• Murray, J. (2002). <b>Mathematical Biology</b>. New York London: Springer-Verlag. ISBN: 978-0-387-22437-4.</li></ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bazykin, A. (1998). <b>Nonlinear Dynamics of Interacting Populations</b>. Singapore River Edge, NJ: World Scientific. ISBN: 9810216858.</li><li>• Brauer, F. &amp; Chávez, C. (2012). <b>Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology</b>. New York, NY: Springer. ISBN: 978-1-4614-1686-9</li><li>• Izhikevich, E. (2007). <b>Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting</b>. Cambridge, Mass: MIT Press. ISBN: 9780262090438.</li><li>• Kuehn, C. (2015). <b>Multiple Time Scale Dynamics</b>. Cham: Springer. ISBN: 978-3-319-12316-5.</li></ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	17	0
Visitas industriales (de Campo)	0	17	0
Laboratorios / Taller	0	17	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar): Consultas con profesor	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1	17	17
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,6</b>	<b>17</b>	<b>214,2</b>
<b>2NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-440	Pre-requisitos: MAT-023 MAT-125 MAT-210	Horas de docencia directa <sup>89</sup> semanal: 3,6	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>90</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>91</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 214,2 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. En ella el estudiante adquiere los fundamentos de la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias, desarrollando habilidades de análisis cuantitativo y cualitativo de soluciones a nivel básico.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT023:**

- Resuelve ecuaciones diferenciales ordinarias.

#### **MAT125:**

- Aplica conceptos básicos de análisis real.

#### **MAT210:**

- Utiliza herramientas de álgebra lineal, cálculo diferencial, integral y vectorial.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.

<sup>89</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>90</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): evaluaciones, reuniones con el profesor.

<sup>91</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

## 5. Resultados de Aprendizaje

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Analiza un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, identificando sistemas topológicamente equivalentes y aplicando los teoremas de Hartman y de Poincaré-Bendixson.
- Identifica la estabilidad asintótica de soluciones de equilibrio, utilizando el criterio de Liapunov.
- Analiza la existencia y unicidad de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, utilizando los teoremas de Picard y de Peano.
- Identifica las propiedades de una solución de una ecuación diferencial, determinando el dominio máximo de definición y la dependencia respecto a las condiciones iniciales y parámetros.
- Analiza un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, determinando el espacio de soluciones en términos de la matriz fundamental y describiendo el comportamiento cualitativo de las soluciones.

## 6. Contenidos

- 1. Teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden:** existencia y unicidad de soluciones. Teoremas de Picard y Peano. Soluciones máximas. Dependencia de las soluciones con respecto a condiciones iniciales y parámetros. Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden y ecuaciones de orden superior.
- 2. Ecuaciones diferenciales lineales:** Espacio vectorial de soluciones. Matriz fundamental. Flujos lineales. Ecuaciones lineales con coeficientes constantes. Sistemas bidimensionales. Conjugación de sistemas lineales. Clasificación topológica.
- 3. Ecuaciones diferenciales no lineales (Teoría cualitativa):** Campos vectoriales y flujos, sistemas dinámicos. Retratos de fase. Conjugación y equivalencia topológica. Teorema del flujo tubular. Teorema de Hartman-Grobman. Estabilidad en sentido Lyapunov.
- 4. Soluciones periódicas:** Ciclos límite. Aplicación de retorno de Poincaré. Conjuntos  $\alpha$ -límite y  $\omega$ -límite. Teorema de Poincaré-Bendixson.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Tareas individuales y estudio independiente por parte de los estudiantes.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>92</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreira, L., &amp; Valls, C. (2012). <b>Ordinary Differential Equations: Qualitative Theory</b> (Vol. 137). American Mathematical Soc. ISBN: 978-0-8218-8993-0.</li> <li>• Hirsch, M. W., Smale, S., &amp; Devaney, R. L. (2012). <b>Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos</b>. Academic press. ISBN: 9780123820112.</li> <li>• Sotomayor, J. (2011). <b>Equações Diferenciais Ordinárias</b>, Livraria da Física Editora. ISBN: 978-8578611187.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnol'd, V. I. (1992). <b>Ordinary Differential Equations</b>. Springer-Verlag. ISBN: 978-3-540-34563-3.</li> <li>• Jordan, D.W. &amp; Smith, P. (2007) <b>Nonlinear Ordinary Differential Equations</b> (4th Edition). Oxford University Press.</li> </ul>

<sup>92</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Dirección de Postgrado y Programas



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Matemática

	<p>ISBN: 9780199208258.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Meiss, J. D. (2017). <b>Differential Dynamical Systems</b>. Revised edition. SIAM. ISBN: 978-1-611974-63-8.</li><li>• Perko, L. (2001). <b>Differential Equations and Dynamical Systems</b>. Springer. ISBN: 978-1-4613-0003-8.</li><li>• Schaeffer, D. &amp; Cain, J. W. (2016). <b>Ordinary Differential Equations: Basics and Beyond</b>. Springer-Verlag. ISBN: 978-1-4939-6389-8.</li><li>• Walter, W. (1998). <b>Ordinary Differential Equations</b>. Springer-Verlag. ISBN: 978-1-4612-0601-9.</li></ul>
<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	<p>Observaciones:</p>

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,6</b>	<b>17</b>	<b>214,2</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Optimización Lineal Avanzada		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-473	Pre-requisitos: MAT-401	Horas de docencia directa <sup>93</sup> semanal: 3.5	Horas Cátedra: 2,33
Examen			Horas Otras <sup>94</sup> : 1.17
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>95</sup> semanal: 7	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 208 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Optimización. En ella, estudiantes adquirirán conocimientos sobre la programación lineal, utilizando técnicas de dualidad y estudiando métodos numéricos para resolver esta clase de problemas. Esta asignatura también busca presentar problemas más específicos de optimización lineal, tales como la Teoría de Juegos, el Transporte Óptimo, la Optimización Lineal Estocástica y problemas de Flujos en Redes.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-401:

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios vectoriales normados.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

<sup>93</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>94</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.).

<sup>95</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega de manera oportuna sus informes y/o tareas encomendadas.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identifica problemas de optimización lineal en distintos contextos, construyendo modelos matemáticos que los representen.
- Aplica conceptos, lenguajes y herramientas matemáticas de las áreas de la Optimización y del Álgebra Lineal para resolver problemas del mundo real.
- Resuelve problemas provenientes de los ámbitos físicos, ingenieriles, económicos u otros con herramientas de la optimización lineal.
- Interpreta problemas de Optimización Lineal usando conceptos de dualidad y métodos de resolución asociados.

**6. Contenidos**

1. Programación lineal y modelamiento de problemas.
2. Existencia de soluciones.
3. Método Simplex.
4. Problema dual.
5. Teoremas de dualidad débil y fuerte.
6. Condiciones de optimalidad.
7. Dualidad Lagrangiana.
8. Método Simplex-Dual.
9. Análisis de sensibilidad.
10. Profundización en alguno de los siguientes temas: (i) Transporte Óptimo, (ii) Teoría de Juegos, (iii) Problemas de flujo en redes o (iv) Programación Lineal Estocástica.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>96</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de certámenes y de las otras actividades sea mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
---	---

## 8. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vanderbei, R (2020). <b>Linear Programming</b>. Springer Nature, Switzerland. ISBN: 978-3-030-39414-1.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ben-Tal, A. &amp; Nemirovski, A. (2001) <b>Lectures on Modern Convex Optimization</b>. SIAM, Philadelphia. ISBN: 978-0-898714-91-3.</li> </ul>

<sup>96</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luenberger, D. (1984). <i>Linear and Nonlinear Programming</i>. Second Edition Addison Wesley. ISBN: 978-03-872-9570-1.</li> </ul>
--	---

<p>Elaborado por: Luis Briceño, Julio Deride, Pedro Gajardo, Cristopher Hermosilla y Nicolás Hernández</p> <p>Aprobado por Consejo de Departamento: 28 – XI – 2023</p> <p>Aprobado por el CPCT : 12 – XII – 2023</p>	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,33	17	40
Ayudantía/Ejercicios	1,17	17	20
Visitas industriales (de Campo)			
Laboratorios / Taller			
Evaluaciones (certámenes, otros)	3	3	9,0
Contacto directo entre el docente y el estudiante			
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	10	20
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar solo si se requiere tiempo extra aula para su preparación)			
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>			<b>208</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Teoría de Bifurcaciones		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-446	Pre-requisitos: MAT-449	Horas de docencia directa <sup>97</sup> semanal: 3,6	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>98</sup> : 1,3
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>99</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 214,2 horas.	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Sistemas Dinámicos. En ella, el estudiante adquiere los fundamentos de la teoría de bifurcaciones de sistemas dinámicos a tiempo continuo y discreto, desarrollando habilidades de análisis sobre la ocurrencia, genericidad, transversalidad y posibles deformaciones, obteniendo información sobre rutas al caos, y sobre cambios geométricos y topológicos en familias de sistemas dinámicos que dependen de parámetros.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT-449:**

- Analiza un sistema dinámico, determinando la existencia y estabilidad de puntos de equilibrio, órbitas periódicas, conjuntos caóticos, cuencas de atracción y variedades invariantes, usando diversas técnicas.
- Analiza las bifurcaciones locales de un sistema, deduciendo los posibles cambios topológicos de un retrato de fase.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.

<sup>97</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>98</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>99</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Construye un diagrama de bifurcación, determinando la codimensión y el unfolding de las bifurcaciones.
- Determina la forma normal topológica de una bifurcación, para determinar las posibles deformaciones de una familia de sistemas dinámicos.
- Clasifica bifurcaciones locales de codimensión uno, examinando condiciones de genericidad y transversalidad.
- Analiza variedades centrales, para determinar bifurcaciones locales en sistemas n-dimensionales y bifurcaciones de órbitas periódicas.
- Clasifica bifurcaciones globales, investigando la existencia de órbitas homoclínicas y heteroclínicas.
- Examina otras bifurcaciones a un parámetro, incluyendo órbitas homoclínicas a ciclos, tangencias homoclínicas, enredos homoclínicos (homoclinic tangles) y toros invariantes.
- Distingue bifurcaciones de codimensión dos, incluyendo Cusp, Hopf degenerada (Bautin),

Bogdanov-Takens, fold-Hopf, flip generalizada y resonancias fuertes.

## 6. Contenidos

- 1. Definiciones y herramientas básicas:** Diagramas de bifurcación. Codimensión. Deformación o *unfolding* de una bifurcación. Estabilidad estructural. Teorema de la forma normal. Términos resonantes. Forma normal topológica de una bifurcación. Deformación versal.
- 2. Teoría de bifurcaciones locales de codimensión uno:** Fold (silla-nodo), transcritical, pitchfork, flip (duplicación de período), Andronov-Hopf, Neimark-Sacker. Condiciones de genericidad y transversalidad.
- 3. Teoría de la variedad central:** Teorema de reducción de dimensión. Variedades centrales en sistemas que dependen de parámetros. Aplicaciones: Bifurcaciones locales en sistemas dinámicos  $n$ -dimensionales. Bifurcaciones de órbitas periódicas.
- 4. Bifurcaciones globales en sistemas continuos:** Órbitas homoclínicas y heteroclínicas. Teorema de Andronov-Leontovich para órbitas homoclínicas planares. Bifurcaciones homoclínicas en  $\mathbb{R}^3$ . Teoremas de Shilnikov. Caos homoclínico de Shilnikov.
- 5. Otras bifurcaciones a un parámetro:** Bifurcaciones de órbitas homoclínicas a ciclos, tangencias homoclínicas y enredos homoclínicos (homoclinic tangles). Bifurcaciones en toros invariantes. Número de rotación. Lenguas de Arnol'd.
- 6. Bifurcaciones locales de codimensión dos:** Cusp, Hopf degenerada (Bautin), Bogdanov-Takens, fold-Hopf, flip generalizada, resonancias fuertes.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Tareas individuales.
- Exposiciones.
- Estudio personal.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>100</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p>
--	---

<sup>100</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guckenheimer J., &amp; Holmes, P. (1986). <b><i>Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields</i></b>. Springer. ISBN: 978-0387908199.</li> <li>Hale, J. &amp; Koçak, H. (1991). <b><i>Dynamics and Bifurcations</i></b>. New York: Springer-Verlag. ISBN: 978-0-387-97141-4.</li> <li>Homburg A.J., &amp; Sandstede, B. (2010). <b><i>Homoclinic and Heteroclinic Bifurcations in Vector Fields</i></b>. In Handbook of Dynamical Systems. Elsevier. ISBN: 9780444531414.</li> <li>Kuznetsov, Y. (2004). <b><i>Elements of Applied Bifurcation Theory</i></b>. Springer. ISBN: 9781441919519.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrowsmith, D. K., &amp; Place, C. M. (2011). <b><i>An Introduction to Dynamical Systems</i></b>. Cambridge. ISBN: 978-0821891353.</li> <li>Ilyashenko, Y. &amp; Li, W. (1999). <b><i>Nonlocal Bifurcations</i></b>, Mathematical Surveys and Monographs Vol. 66, American Mathematical Society. ISBN: 978-0-8218-0497-1</li> <li>Palis, J., &amp; Takens, F. (1995). <b><i>Hyperbolicity and Sensitive Chaotic Dynamics at Homoclinic Bifurcations</i></b>. Cambridge University Press. ISBN: 9780521390644.</li> <li>Seydel, R. (2010). <b><i>Practical Bifurcation and Stability Analysis</i></b>. New York: Springer. ISBN: 978-1-4419-1739-3</li> <li>Shilnikov, L.P., Shilnikov, A.L., Turaev, D.V. &amp; Chua, L.O. (2001). <b><i>Methods of Qualitative Theory in Nonlinear Dynamics (Part II)</i></b>. World Scientific Publishing (World Scientific Series on Nonlinear Science Series A Vol. 5). ISBN: 978-981-02-4072-1.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1	17	17
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,6</b>	<b>17</b>	<b>214,2</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Sistemas Dinámicos y Caos</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-449</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>MAT-401</b> <b>MAT-440</b>	<b>Horas de docencia directa<sup>101</sup> semanal: 3,6</b>	<b>Horas Cátedra: 2,3</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras<sup>102</sup>: 1,3</b>
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo<sup>103</sup> semanal: 9</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 214,2 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Sistemas Dinámicos. El estudiante comprenderá los fundamentos de la teoría moderna de sistemas dinámicos no lineales y caos, y sus aplicaciones. El estudiante aplicará diversos métodos analíticos y geométricos para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el comportamiento de un sistema dinámico, identificando bifurcaciones y dinámica caótica de un sistema, y describiendo sus consecuencias en modelos matemáticos.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<b>MAT-401:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.</li> </ul>
<b>MAT-440:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, determinando el espacio de soluciones en términos de la matriz fundamental y describiendo el comportamiento cualitativo de las soluciones.</li> <li>Analiza un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, identificando sistemas topológicamente equivalentes y aplicando los teoremas de Hartman y de Poincaré-Bendixson.</li> </ul>

<sup>101</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>102</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>103</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Analiza un sistema dinámico, determinando la existencia y estabilidad de puntos de equilibrio, órbitas periódicas, conjuntos caóticos, cuencas de atracción y variedades invariantes, usando diversas técnicas.
- Determina equivalencias y conjugaciones topológicas entre sistemas dinámicos.
- Analiza distintos tipos de oscilaciones no lineales en un sistema dinámico, determinando su estabilidad y entendiendo sus aplicaciones en la Ingeniería y Ciencias Básicas.
- Analiza las bifurcaciones de un sistema deduciendo los posibles cambios topológicos de un retrato de fase.
- Determina la presencia de comportamientos caóticos, aplicando esta información en el estudio de diversos sistemas teóricos y aplicados.

## 6. Contenidos

1. **Conceptos básicos:** Espacios de fase. Campos de vectores, flujos y difeomorfismos. Espacio de fase. Retratos de fase, equivalencia y conjugación topológica. Conjuntos invariantes.
2. **Análisis local:** Hiperbolicidad, teorema de Hartman-Grobman. Aplicación de retorno de Poincaré. Ecuación variacional y teoría de Floquet. Bifurcaciones locales en sistemas continuos y discretos.
3. **Análisis global:** Variedades invariantes. Teorema de la variedad estable. Conexiones homoclínicas y heteroclínicas. Puntos no-errantes. Atractores. Separatrices y cuencas de atracción. Osciladores acoplados. Dinámica cuasiperiódica. Oscilaciones forzadas. Teorema de Peixoto. Sistemas de Morse-Smale.
4. **Elementos de la Teoría del Caos:** Sensibilidad a las condiciones iniciales. Transitividad. Rutas al caos. Conjuntos invariantes tipo Cantor. Dinámica simbólica. Herradura de Smale. Ejemplos de sistemas caóticos.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas teóricas.
- Tareas individuales.
- Aprendizaje basado en el análisis y discusión.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>104</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devaney, R. L. (2003). <i>An Introduction to Chaotic Dynamical Systems</i>. Academic Press. ISBN: 978-0201130461.</li> </ul>
---------------------	---

<sup>104</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hirsch, M.W., Smale, S., &amp; Devaney, R.L. (2013). <b><i>Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos</i></b>. Academic Press. ISBN: 978-0123497031.</li><li>• Strogatz, S. (2015). <b><i>Nonlinear Dynamics and Chaos</i></b>. CRC Press. ISBN: 9788187169857.</li><li>• Wiggins, S. (2003). <b><i>Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos</i></b>. Springer-Verlag (Texts in Applied Mathematics 2). ISBN: 978-0387001777.</li></ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arrowsmith, D. K., &amp; Place, C. M. (2011). <b><i>An Introduction to Dynamical Systems</i></b>. Cambridge. ISBN: 978-0821891353.</li><li>• Broer, H., &amp; Takens, F. (2010). <b><i>Dynamical Systems and Chaos</i></b>. Springer-Verlag. ISBN: 978-1727161533.</li><li>• Guckenheimer J., &amp; Holmes, P. (1986). <b><i>Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields</i></b>. Springer. ISBN: 978-0387908199.</li><li>• Kuznetsov, Y. (2004). <b><i>Elements of Applied Bifurcation Theory</i></b>. Springer. ISBN: 9781441919519.</li><li>• Meiss, J. D. (2017). <b><i>Differential Dynamical Systems</i></b>. SIAM, Revised edition. ISBN: 978-0898716351.</li></ul>

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1	17	17
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1	17	17
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,6</b>	<b>17</b>	<b>214,2</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Inferencia Estadística</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> <b>MAT-460</b>	<b>Pre-requisitos:</b> <b>No tiene</b>	<b>Horas de docencia directa<sup>105</sup> semanal: 3,5</b>	<b>Horas Cátedra: 2</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras<sup>106</sup>: 1,5</b>
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo<sup>107</sup> semanal: 9</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación general. En ella, el estudiante adquiere los conceptos fundamentales de inferencia estadística, desarrollando habilidades para realizar análisis de información obtenida bajo incertidumbre como procedimientos de estimación y test de hipótesis.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.

<sup>105</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>106</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>107</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.

### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Combina herramientas de estimación para proponer procedimientos de inferencia para contextos de mayor generalidad.
- Interpreta estimaciones y analiza propiedades de métodos de estimación para seleccionar procedimientos óptimos.
- Identifica procedimientos óptimos para desarrollar test de hipótesis.
- Generaliza resultados clásicos a funciones de estimación, usando herramientas de inferencia estadística.

## 6. Contenidos

1. **Definición de modelo:** Modelos paramétricos y no-paramétricos. Teoría de decisiones, función de decisión, función de riesgo, admisibilidad, decisión de Bayes, función de verosimilitud y distribución a posteriori.
2. **Modelos estadísticos:** Familia exponencial, parametrización natural y propiedades generales.
3. **Estimación:** Suficiencia y completitud. Estimadores insesgados de varianza mínima, eficiencia de estimadores insesgados. Información de Fisher.
4. **Métodos de estimación puntual:** Método de los momentos, método de mínimos cuadrados, método de máxima verosimilitud y estimadores de Bayes. Propiedades óptimas y distribución asintótica de los estimadores.
5. **Conjuntos de confianza:** Definición, Construcción del conjunto de confianza. Método de cantidad pivotal e intervalos de confianza asintóticos. Regiones de confianza.
6. **Test de hipótesis:** Test y teoría de decisiones, test aleatorio y no-aleatorio, lema de Neyman-Pearson, test insesgados, test uniformemente más potente, test de razón de verosimilitudes y sus propiedades asintóticas, alternativas asintóticas al test de razón de verosimilitudes.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, Desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y uso de software de modelación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>108</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casella, G., Berger, R.L. (2002). <b>Statistical Inference</b>, 2nd Ed. Duxbury. ISBN: 978-05-342-4312-8.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bickel, P.J., Doksum, K.A. (2001). <b>Mathematical Statistics: Basic ideas and selected topics</b>. Prentice Hall. ISBN: 978-14-987-2380-0.</li> <li>Knight, K. (2000). <b>Mathematical Statistics</b>. Chapman &amp; Hall. ISBN: 978-15-848-8178-0.</li> <li>Mood, A.M., Graybill, F.A., Boes, D.C. (1974). <b>Introduction to the Theory of Statistics</b>, 3rd Ed. McGraw-Hill. ISBN: 978-00-708-5465-9.</li> <li>Wasserman, L. (2004). <b>All of Statistics: A concise course in statistical inference</b>. Springer. ISBN: 978-0-387-40272-7.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

<sup>108</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2	17	34
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1,2	17	20,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

<b>Asignatura:</b> <b>Modelos Lineales Generalizados</b>		<b>Créditos SCT-Chile: 8</b>	
<b>Unidad académica:</b> <b>Departamento de Matemática</b>			
<b>Sigla:</b> MAT-466	<b>Pre-requisitos:</b> <b>MAT-460</b>	<b>Horas de docencia directa<sup>109</sup> semanal: 3,5</b>	<b>Horas Cátedra: 2</b>
<b>Examen</b>			<b>Horas Otras<sup>110</sup>: 1,5</b>
<b>Si:</b>	<b>No: X</b>		
<b>Horas de dedicación</b>		<b>Horas de Trabajo autónomo<sup>111</sup> semanal: 9</b>	
		<b>Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas</b>	
<b>Área de Conocimiento (OCDE): Matemática</b>			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Probabilidad y Estadística. En ella el estudiante adquiere los aspectos básicos de estimación y test de hipótesis en el contexto de modelos de regresión para datos que siguen una distribución en la familia exponencial, desarrollando habilidades para realizar extensiones a modelos no lineales y para el análisis de datos con estructura longitudinal.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-460:

- Combina herramientas de estimación para proponer procedimientos de inferencia para contextos de mayor generalidad.
- Identifica procedimientos óptimos para desarrollar test de hipótesis.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

<sup>109</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>110</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>111</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS:

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Construye un modelo de regresión para el análisis de datos no gaussianos, formulando un modelo lineal en la familia exponencial.
- Analiza un modelo lineal generalizado llevando a cabo estimación de parámetros, regiones de confianza y test de hipótesis, así como estudiando sus propiedades estadísticas.
- Critica la bondad del modelo ajustado, desarrollando el diagnóstico de influencia y evaluando la calidad del modelo propuesto.
- Generaliza los procedimientos de inferencia estadística para modelos de mayor generalidad como modelos no lineales en la familia exponencial.

#### 6. Contenidos

1. Familia exponencial: Definición y propiedades, ejemplos univariados y multivariados.
2. Modelos lineales generalizados: definición, función de verosimilitud, función desvío.
3. Estimación máximo verosímil en GLM, propiedades y algoritmos de estimación. Regiones de confianza aproximada.
4. Test de hipótesis, test de reducción de modelo.
5. Modelos no-lineales en la familia exponencial.
6. Técnicas de diagnóstico de influencia.
7. Funciones de inferencia.
8. Formulación y estimación de ecuaciones de estimación generalizadas.
9. Test de hipótesis en funciones de inferencia: test de Wald, tipo score y gradiente.
10. Funciones de inferencia cuadráticas.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, Desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y uso de software de modelación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>112</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de tareas, certámenes y la nota final sean mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobson, A. J., &amp; Barnett, A. G. (2008). <i>An introduction to generalized linear models</i>. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 978-1-58488-950-2.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>McCullagh, P. &amp; Nelder, J. (1989). <i>Generalized linear models</i>. London New York: Chapman and Hall. ISBN: 978-0412317606.</li> <li>Paula, G.A. (2013). <i>Modelos de Regressão: Com apoio computacional</i>. Instituto de Matemática e Estatística, USP, Brasil.</li> <li>Wei, B. (1998). <i>Exponential Family Nonlinear Models</i>. Springer. ISBN: 978-981-3083-29-5.</li> <li>Ziegler, A. (2011). <i>Generalized Estimating Equations</i>. Springer. ISBN: 978-1-4614-0499-6.</li> </ul>

<sup>112</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2	17	34
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,3	17	5,1
Otras (Especificar)	1,2	17	20,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Modelos Espacio-Temporales		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-467	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa <sup>113</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2
Examen			Horas Otras <sup>114</sup> : 1,5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>115</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Probabilidad y Estadística. En ella, el estudiante adquiere las principales técnicas matemáticas y computacionales que permiten analizar la evolución temporal de datos geo-referenciados, aplicando conocimientos de análisis de Fourier e inferencia estadística en la resolución de problemas en biología, el medio-ambiente y la gestión de recursos naturales.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

<sup>113</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>114</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>115</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS:

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Analiza el trabajo de investigación propio y de otros, crítica y contextualmente.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

##### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identifica técnicas de simulación, estimación y predicción para datos correlacionados en espacio y tiempo.
- Interpreta la evolución temporal de datos georeferenciados a través de modelos estadísticos apropiados.
- Construir rutinas para modelar fenómenos espacio-temporales usando librerías de software libre.

#### 6. Contenidos

1. Análisis exploratorio de datos geoestadísticos. Herramientas de visualización. Tendencias en espacio y tiempo.
2. Campos aleatorios. Distribuciones finito-dimensionales. Nociones de estacionaridad. Variograma experimental. Covarianza experimental.
3. Variograma y función de covarianza teóricos. Funciones definidas positivas. Funciones condicionalmente definidas negativas. Teorema de Bochner. Representación de Cressie-Huang. Asimetría. Separabilidad. Anisotropía espacial. Hipótesis de Taylor. Diferenciabilidad en media cuadrática. Dimensión Fractal. Algunos modelos paramétricos clásicos.
4. Inferencia con datos dependientes. Enfoques asintóticos en dominios espacio-temporales. Propiedades asintóticas de los estimadores. Métodos computacionalmente eficientes para grandes conjuntos de datos.
5. Predictor lineal óptimo (kriging). Tipos de kriging y sus propiedades. Simulación condicional.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, Desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y uso de software de modelación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>116</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cressie, N., &amp; Wikle, C. K. (2011). <i>Statistics for Spatio-Temporal Data</i> John Wiley &amp; Sons. Inc., NJ, USA. ISBN: 978-0-471-69274-4.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chiles, J. P., &amp; Delfiner, P. (2009). <i>Geostatistics: modeling spatial uncertainty</i> (Vol. 497). John Wiley &amp; Sons. ISBN: 978-0-470-18315-1.</li> <li>Gneiting, T., Genton, M. G., &amp; Guttorp, P. (2006). <i>Geostatistical space-time models, stationarity, separability, and full symmetry. Monographs On Statistics and Applied Probability</i>, 107, 151. DOI: 10.1201/9781420011050.ch4.</li> <li>Schabenberger, O., &amp; Gotway, C. A. (2017). <i>Statistical methods for spatial data analysis</i>. Chapman and Hall/CRC. ISBN: 9781584883227.</li> <li>Stein, M. L. (2012). <i>Interpolation of spatial data: some theory for kriging</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0387986296.</li> </ul>

<sup>116</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wackernagel, H. (2013). <i>Multivariate geostatistics: an introduction with applications</i>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-662-05294-5.</li> </ul>
--	---

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2	17	34
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	1,3	17	22,1
Otras (Especificar)	0,2	17	3,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Simulación Estocástica		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-468	Pre-requisitos: MAT-460	Horas de docencia directa <sup>117</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 2
Examen			Horas Otras <sup>118</sup> : 1,5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>119</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Probabilidad y Estadística. En ella el estudiante adquiere las principales herramientas de estadística computacional con un fuerte énfasis en la implementación de técnicas basadas en procedimientos estocásticos, cubriendo aspectos computacionales para realizar inferencia estadística de modelos más complejos, desde álgebra lineal numérica hasta análisis de regresión, optimización y generación de dígitos pseudo aleatorios.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-460:

- Combina herramientas de estimación para proponer procedimientos de inferencia para contextos de mayor generalidad.
- Generaliza resultados clásicos a funciones de estimación, usando herramientas de inferencia estadística.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita,

<sup>117</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>118</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>119</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

para contribuir al desarrollo de la disciplina.

- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

### 5. Resultados de Aprendizaje

#### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS:

- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.

#### DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:

- Desarrolla la estimación de parámetros en modelos estadísticos de alta complejidad usando herramientas estocásticas.
- Propone algoritmos eficientes para la generación de dígitos pseudoaleatorios desde distribuciones de probabilidad combinando métodos de simulación.
- Analiza problemas de inferencia estadística y evalúa sus propiedades construyendo estudios de simulación Monte Carlo.

### 6. Contenidos

1. **Álgebra lineal numérica:** Transformaciones matriciales y factorizaciones, solución de sistemas lineales, cálculos en regresión.
2. **Solución de ecuaciones no lineales y optimización.**
3. **Generación de variables aleatorias:** Generación de variables aleatorias uniformes, métodos generales para variables aleatorias no uniformes, algoritmos específicos y extensiones multivariadas.
4. **Métodos Monte Carlo:** Integración Monte Carlo, Monte Carlo basado en Cadenas de Markov, aplicaciones en optimización.
5. **Aplicaciones en Estadística:** Algoritmo EM y sus versiones estocásticas. Algoritmo de Aumentación de datos.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas, desarrollo de tareas y guías de ejercicios. Exposiciones, y uso de software de modelación.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>120</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monahan, J.F. (2011). <b>Numerical Methods of Statistics</b>. Cambridge University Press. ISBN: 978-0521139519.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gentle, J.E. (2007). <b>Matrix Algebra: Theory, Computation and Applications in Statistics</b>. Springer. ISBN: 978-0-387-70873-7.</li> <li>McLachlan, G.J., Krishnan, T. (2008). <b>The EM Algorithm and Extensions</b>. Wiley. ISBN: 978-0-471-20170-0.</li> <li>Robert, C.P., Casella, G. (2004). <b>Monte Carlo Statistical Methods</b>. Springer. ISBN: 978-0-387-21239-5.</li> <li>Tanner, M.A. (1996). <b>Tools for Statistical Inference</b>. Springer. ISBN: 978-1-4612-4024-2.</li> </ul>

<sup>120</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)  
CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2	17	34
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	1,3	17	22,1
Otras (Especificar)	0,2	17	3,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Optimización No Lineal		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-470	Pre-requisitos: MAT-401	Horas de docencia directa <sup>121</sup> semanal: 3,53	Horas Cátedra: 2,03
Examen			Horas Otras <sup>122</sup> : 1.5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>123</sup> semanal: 8,42	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 211,7 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Optimización. En ella, el estudiante adquirirá las técnicas para analizar problemas en donde se debe maximizar o minimizar algún funcional, desarrollando habilidades para determinar la existencia de soluciones en un problema dado, así como también algoritmos para aproximarlas.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-401:

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en espacios métricos, espacios topológicos y espacios vectoriales normados.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

<sup>121</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>122</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantías, evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>123</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identifica problemas de optimización en distintos contextos, construyendo modelos matemáticos que los representen.
- Distingue condiciones necesarias y/o suficientes para la optimalidad de problemas sin y con restricciones, aplicándolas en la caracterización de sus soluciones.
- Determina soluciones de problemas de optimización con y sin restricciones, de forma exacta o aproximada, utilizando diferentes métodos de resoluciones.
- Analiza diferentes algoritmos orientados a la resolución de problemas de optimización, determinando el más adecuado para un problema específico.

**6. Contenidos**

11. Problemas de optimización y existencia de soluciones.
12. Introducción al análisis convexo.
13. Problemas de optimización sin restricciones: condiciones necesarias y suficientes para la optimalidad.
14. Resolución de problemas de optimización sin restricciones. Método del gradiente generalizado, algoritmos proximales y de tipo gradiente, método del gradiente conjugado, quasi-Newton y de regiones de confianza. Aplicaciones.
15. Problemas de optimización con restricciones: condiciones necesarias y suficientes para la optimalidad. Multiplicadores de Lagrange, condiciones de Karush-Kuhn-Tucker, condiciones de calificación.
16. Dualidad Lagrangiana y aplicación a programación lineal.
17. Resolución de problemas de optimización con restricciones de igualdad y desigualdad. Penalización. Trayectoria central, métodos de barrera, de punto interior, primales-duales. Métodos basados en el Lagrangiano aumentado. Programación cuadrática secuencial.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clases expositivas.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>124</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 8. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bertsekas, D. (1999). <b>Nonlinear Programming</b>. Athena Scientific Belmont. Massachusetts, USA. ISBN: 978-18-865-2900-7.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nocedal, J. &amp; Wright, S. J. (1999) <b>Numerical Optimization: Springer Series in Operations Research</b>. Springer-Verlag, New York. ISBN: 978-03-873-0303-1.</li> <li>Borwein, J., &amp; Lewis, A. S. (2010). <b>Convex analysis and nonlinear optimization: theory and examples</b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-872-9570-1.</li> <li>Hiriart-Urruty, J. B., &amp; Lemaréchal, C. (1993). <b>Convex analysis and minimization algorithms I: Fundamentals</b>. Springer science &amp; business media. ISBN: 978-36-620-2796-7.</li> <li>Hiriart-Urruty, J. B., &amp; Lemaréchal, C. (1993). <b>Convex analysis and minimization algorithms II: Advanced Theory and Bundle Methods</b>. Springer science &amp; business media. ISBN: 978-36-620-6409-2.</li> </ul>

<sup>124</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,03	17	34,51
Ayudantía/Ejercicios	1	17	17
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,5	17	8,5
Otras (consultas)	0,5	17	8,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	1,32	17	22,44
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7,1	17	120,7
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,45</b>	<b>17</b>	<b>211,65</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Optimización y Control		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-471	Pre-requisitos: MAT-470	Horas de docencia directa <sup>125</sup> semanal: 3,93	Horas Cátedra: 2,33
Examen			Horas Otras <sup>126</sup> : 1,6
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>127</sup> semanal: 8	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 202,81 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Optimización. En ella, el estudiante adquirirá las principales herramientas matemáticas para analizar problemas variacionales y de control, así como sus aplicaciones en problemas de ingeniería y ciencias.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### MAT-470:

- Identifica problemas de optimización en distintos contextos, construyendo modelos matemáticos que los representen.
- Distingue condiciones necesarias y/o suficientes para la optimalidad de problemas sin y con restricciones, aplicándolas en la caracterización de sus soluciones.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

<sup>125</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>126</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, consultas con profesor.

<sup>127</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

**5. Resultados de Aprendizaje****DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identifica problemas de cálculo de variaciones y control óptimo en distintos contextos, construyendo modelos matemáticos que los representen.
- Identifica condiciones necesarias y/o suficientes para caracterizar soluciones de problemas de cálculo de variaciones y control óptimo.
- Analiza diferentes propiedades de controlabilidad, determinando cuáles de ellas son satisfechas en un modelo específico.
- Combina distintos métodos de estabilización, aplicándolos para determinar controles en un problema dado.

**6. Contenidos**

1. **Problemas de cálculo de variaciones:** formulación, ejemplos, existencia y regularidad de soluciones, ejemplos de problemas sin solución.
2. **Caracterización de las soluciones:** ecuaciones de Euler-Lagrange, problemas con extremos libres y sobre curvas, restricciones de tipo isoperimétrico, ejemplos y aplicaciones.
3. **Controlabilidad y estabilización de ecuaciones lineales.** Criterios tipo Kalman. Teorema de localización de polo. Métodos basados en el Gramiano.
4. **Problemas de control óptimo:** formulación, ejemplos, existencia de soluciones.
5. **Casos especiales:** control en tiempo mínimo, problema lineal-cuadrático y aplicaciones.
6. **Principio del máximo de Pontryagin.** Ejemplos, aplicaciones e implementación numérica.
7. **Principio de la programación dinámica y ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman.** Ejemplos, aplicaciones e implementación numérica.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas.
- Estudio independiente.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>128</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 8. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerda E. (2001). <b>Optimización Dinámica</b>. Pearson Educación. ISBN: 978-84-205-2937-0</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelfand, I.M. &amp; Fomin, S.V. (1963). <b>Calculus of Variations</b>. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. ISBN: 978-04-864-1448-5</li> <li>• Trélat, E. (2005). <b>Contrôle optimal. Théorie &amp; applications</b>. Vuibert, Paris. ISBN: 978-27-117-7175-2</li> <li>• Coron, J.M (2007). <b>Control and nonlinearity</b>. American Mathematical Society. ISBN: 978-08-218-4918-7</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados</p>	Observaciones:
--	----------------

<sup>128</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	
--	--

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,33	17	39,61
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,6	17	10,2
Otras (Reuniones de consultas)	1	17	17
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	3	17	51
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	5	17	85
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>11,93</b>	<b>17</b>	<b>202,81</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Inclusiones Diferenciales y Aplicaciones en Optimización		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-472	Pre-requisitos: MAT-405	Horas de docencia directa <sup>129</sup> semanal: 4.1	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras <sup>130</sup> : 1,8
Si:	No:		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>131</sup> semanal: 8,6	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Optimización. En ella, el estudiante conocerá las principales propiedades de inclusiones diferenciales, entendiéndolas como una extensión natural de una ecuación diferencial ordinaria. Aprenderá las técnicas que permiten determinar la existencia de soluciones y propiedades globales del conjunto de soluciones, y las aplicará para analizar problemas de Optimización Convexa y Control Óptimo.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT-405:**

- Identifica las técnicas básicas de análisis matemático en la teoría de funciones reales, teoría de medida e integración.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su

<sup>129</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>130</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Ayudantías, evaluaciones.

<sup>131</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales

**5. Resultados de Aprendizaje**

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identifica problemas relacionados con multifunciones, problemas de optimización y análisis funcional.
- Concluye propiedades globales de soluciones de inclusiones diferenciales en el contexto de problemas de optimización y análisis funcional.
- Relaciona el enfoque de multifunciones e inclusiones diferenciales a problemas de optimización convexa, cálculo de variaciones y control óptimo.

**6. Contenidos**

**1. Multifunciones:**

- a. Definiciones básicas y ejemplos.
- b. Propiedades de continuidad y monotonía.
- c. Teoremas de selección (medible, continua y Lipschitz continua).

**2. Inclusiones diferenciales:**

- a. Ejemplos (sistemas controlados, procesos de arrastre, ecuación de Euler-Lagrange, sistemas Hamiltonianos).

- b. Existencia y otras propiedades de las trayectorias soluciones.
- c. Trayectorias relajadas.
- d. Lema de Gronwall.
- e. Teoremas de Filippov.

**3. Aplicaciones al cálculo de variaciones (caso convexo):**

- a. Definición de problema dual.
- b. Sistemas Hamiltonianos.
- c. Existencia de soluciones.

**4. Aplicaciones en Control Óptimo:**

- a. Existencia de soluciones óptimas de problemas no-lineales.
- b. Propiedades de continuidad de la función valor.

**5. Alguno de los siguientes temas:**

- a. Inclusión diferencial gobernada por operadores monótonos maximales.
- b. Viabilidad e invariancia.

**7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)**

Los cursos tienen una programación de dos sesiones de cátedra y una ayudantía por semana.

Al menos un 70% de las clases lectivas están centradas en la exposición sistemática de los contenidos teóricos del curso por parte del profesor de cátedra (clases presenciales) y en la participación de los estudiantes.

Este trabajo se combina con otras metodologías más participativas, donde el actor principal es el estudiante, como, por ejemplo:

- Trabajo grupal.
- Tareas de resolución de problemas modelo.
- Estudio independiente y exposiciones de estudiantes acerca de temas específicos.
- Investigación y presentación de uno o mas proyectos, lecturas de artículos, desarrollo computacional en el cual el alumno expone al curso sus resultados.
- Otros.

En cualquier caso, las metodologías centradas en la participación del estudiante no podrán superar el 30% de las clases lectivas del semestre.

**8. Evaluación de los resultados de aprendizaje**

Requisitos de aprobación y calificación <sup>132</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles</p>
--	--

<sup>132</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

	<p>y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes</p> <p>T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

### 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aubin, J. P., &amp; Cellina, A. (2012). <b><i>Differential inclusions: set-valued maps and viability theory</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-3-642-69512-4.</li> <li>Brezis, H. (1973). <b><i>Opérateurs maximaux monotones et semi-groupes de contractions dans les espaces de Hilbert</i></b>. Elsevier. ISBN: 978-00-808-7116-5.</li> <li>Vinter, R. (2010). <b><i>Optimal control</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-08-176-8086-2.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clarke, F. H., Ledyaev, Y. S., Stern, R. J., &amp; Wolenski, P. R. (2008). <b><i>Nonsmooth analysis and control theory</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-03-872-2625-5.</li> <li>Rockafellar, R. (1970). <b>Generalized Hamiltonian equations for convex problems of Lagrange</b>. <i>Pacific Journal of Mathematics</i>, 33(2), 411-427. doi: 10.2140/pjm.1970.33.411.</li> </ul>

<p>Elaborado por: Comité de Programa</p> <p>Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020</p> <p>Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021</p>	Observaciones:
---	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	1,2	17	20,4
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,6	17	10,2
Otras (Especificar)	0	17	0
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2,5	17	42,5
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	2,1	17	35,7
Estudio Personal (Individual o grupal)	4	17	68
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Introducción a la Teoría de Puntos Críticos		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-475	Pre-requisitos: MAT-418	Horas de docencia directa <sup>133</sup> semanal: 3,5	Horas Cátedra: 1,8
Examen			Horas Otras <sup>134</sup> : 1.7
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>135</sup> semanal: 9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 212,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito de formación especializada en la línea de Ecuaciones en Derivadas Parciales. El estudiante comprenderá los conceptos básicos de la teoría del cálculo de variaciones y puntos críticos. Tales herramientas le permitirán resolver problemas específicos de la Física, Matemática e Ingeniería.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

#### **MAT-418:**

- Propone la formulación débil de un problema determinando un espacio de Sobolev y sus propiedades de compacidad.
- Investiga las soluciones débiles a problemas de segundo orden elípticos y parabólicos, analizando existencia, regularidad, principios del máximo y valores propios.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su

<sup>133</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>134</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>135</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

línea de especialización para generar nuevo conocimiento.

- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Identificar herramientas y técnicas matemáticas desde una perspectiva propia a su línea de especialización u otra para resolver problemas en matemática pura o aplicada.
- Combinar teorías y métodos avanzados en el ámbito de su línea de especialización u otro para demostrar resultados matemáticos originales.

## 5. Resultados de Aprendizaje

**DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:**

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

**DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES:**

- Desarrolla la teoría del cálculo de variaciones, primera y segunda variación.
- Revisa el principio variacional de Ekeland y sus aplicaciones.
- Investiga Teoremas de puntos críticos, Teorema del Paso de la Montaña, Linking y punto de Sillas.
- Construye la teoría de índice, los géneros de Krasnoselskii y la categoría de Ljusternik-Schnirelman.
- Clasifica operadores pseudodiferenciables examinando sus símbolos.

## 6. Contenidos

1. Cálculo de variaciones. Teoría básica, primera y segunda variación. Existencia de minimizantes. Regularidad.
2. Principio variacional de Ekeland y aplicaciones. Restricciones, multiplicadores de Lagrange.
3. Principio de concentración de compacidad.
4. Teorema del Paso de la Montaña y aplicaciones. Lema de la deformación. Teorema de Linking y Teorema de punto de Silla. Aplicaciones a EDPs.
5. Teoría de índice, Género de Krasnoselskii, categoría de Ljusternik-Schnirelman
6. Operadores pseudo diferenciales y sus símbolos.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas.</li> <li>• Tareas individuales.</li> <li>• Exposiciones.</li> <li>• Estudio personal.</li> </ul>
---

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>136</sup>	<p>Al inicio del semestre el profesor informará al curso sobre la cantidad y tipo de evaluaciones. Deberán aplicarse al menos dos certámenes y máximo tres certámenes, con una ponderación de al menos 60% de la nota final.</p> <p>Se deberán realizar otras actividades de evaluación (tareas, controles y/o exposiciones), cuya ponderación será al menos de 20%.</p> <p><b>Nota Final = <math>a \cdot C + b \cdot T</math>, con <math>0,6 &lt; a &lt; 0,8</math> y <math>0,2 &lt; b &lt; 0,4</math>.</b></p> <p>C: Certámenes T: Trabajos, tareas controles y/o exposiciones.</p> <p>Para aprobar se requiere que la nota de certámenes y de las otras actividades sea mayor o igual a 55.</p> <p>En situaciones excepcionales que lo ameriten, el Director de Programa puede autorizar al profesor de la asignatura a modificar las ponderaciones de las actividades de evaluación.</p>
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struwe, M. (2008). <i>Variational methods: Applications to nonlinear partial differential equations and Hamiltonian systems</i>. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-540-74013-1.</li> <li>• Evans, L.C. (2010) <i>Partial differential equations</i>. Second edition. Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society. ISBN: 978-0821849743.</li> </ul>
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shubin, M. A. (2001). <i>Pseudodifferential Operators and Spectral Theory</i>. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg Imprint Springer. ISBN: 978-3-642-56579-3.</li> <li>• Willem, M. (1996). <i>Minimax theorems</i>. Boston: Birkhäuser. ISBN: 978-0817639136.</li> </ul>

<sup>136</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Dirección de Postgrado y Programas



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Matemática

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Folland, G. B., Joseph, K. T., &amp; Thangavelu, S. (1983). <b><i>Lectures on partial differential equations</i></b> (Vol. 70). Berlin: Springer. ISBN: 978-3540122807.</li><li>• Brezis, H. (2010). <b><i>Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations</i></b>. Springer Science &amp; Business Media. ISBN: 978-0-387-70914-7.</li></ul>
--	--

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	1,8	17	30,6
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,36	17	6,12
Otras (Especificar)	1,34	17	22,78
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	2	17	34
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,5</b>	<b>17</b>	<b>212,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Tópicos Avanzados I		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-480	Pre-requisitos: Ingreso al Programa	Horas de docencia directa <sup>137</sup> semanal: 1,4	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras <sup>138</sup> : 1,4
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>139</sup> semanal: 11,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito disciplinar y corresponde a un conjunto de temas específicos y avanzados propuestos por el profesor de asignatura. Para ello, el estudiante desarrollará actividades de lectura independiente de artículos, monografías y/o capítulos de libros, y presentaciones orales.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene requisitos.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

<sup>137</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>138</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Reuniones con profesor, evaluaciones.

<sup>139</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Argumenta los resultados de investigación a la comunidad científica de manera efectiva.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

## 6. Contenidos

Tópicos avanzados propios de la línea de especialización del estudiante, propuestos por el profesor de la asignatura.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La metodología dependerá del profesor que desarrolla el tópico, entre otros: lectura de textos, elaboración de informes, simulaciones, actividades de laboratorio, exposiciones, estudios de caso, tareas individuales, estudio personal.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>140</sup>	El profesor propondrá en el inicio del curso la modalidad de evaluación del estudiante. La evaluación dependerá de la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada por el profesor.
--	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	El profesor propondrá en el inicio del semestre la bibliografía básica del curso en relación con los tópicos a tratar.
---------------------	--

<sup>140</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	0	0	0
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,2	17	3,4
Otras (Especificar): Reuniones con profesor.	1,2	17	20,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	0	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	4,3	17	73,1
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Tópicos Avanzados II		Créditos SCT-Chile: 8	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-481	Pre-requisitos: Ingreso al Programa	Horas de docencia directa <sup>141</sup> semanal: 1,4	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras <sup>142</sup> : 1,4
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>143</sup> semanal: 11,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 215,9 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece al ámbito disciplinar y corresponde a un conjunto de temas específicos y avanzados propuestos por el profesor de asignatura. Para ello, el estudiante desarrollará actividades de lectura independiente de artículos, monografías y/o capítulos de libros, y presentaciones orales.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

No tiene requisitos.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

<sup>141</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>142</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Reuniones con profesor, evaluaciones.

<sup>143</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Argumenta los resultados de investigación a la comunidad científica de manera efectiva.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

## 6. Contenidos

Tópicos avanzados propios de la línea de especialización del estudiante, propuestos por el profesor de la asignatura.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La metodología dependerá del profesor que desarrolla el tópico, entre otros: lectura de textos, elaboración de informes, simulaciones, actividades de laboratorio, exposiciones, estudios de caso, tareas individuales, estudio personal.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>144</sup>	El profesor propondrá en el inicio del curso la modalidad de evaluación del estudiante. La evaluación dependerá de la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada por el profesor.
--	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	El profesor propondrá en el inicio del semestre la bibliografía básica del curso en relación con los tópicos a tratar.
---------------------	--

<sup>144</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	0	0	0
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,2	17	3,4
Otras (Especificar): Reuniones con profesor.	1,2	17	20,4
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	0	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	4,3	17	73,1
Estudio Personal (Individual o grupal)	7	17	119
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>12,7</b>	<b>17</b>	<b>215,9</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>8 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Seminario de Tesis I		Créditos SCT-Chile: 18	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-491	Pre-requisitos: Aprobación de todas las asignaturas de los dos primeros semestres del programa.	Horas de docencia directa <sup>145</sup> semanal: 1.6	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras <sup>146</sup> : 1.6
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>147</sup> semanal: 26,9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 484,5 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece a las actividades de graduación. El estudiante iniciará de manera reflexiva y analítica un trabajo de investigación original en un tema elegido de su línea de especialización bajo la supervisión de su Director de Tesis, desarrollando su independencia y responsabilidad científica. Al finalizar deberá entregar un trabajo escrito (el Proyecto de Tesis) que dé cuenta del avance de su investigación con los aspectos formales establecidos previamente.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los resultados de aprendizaje garantizados por las asignaturas del programa.

### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.</li> <li>Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.</li> <li>Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.</li> </ul>
--

<sup>145</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>146</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>147</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinares.

## 5. Resultados de Aprendizaje

### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Reflexiona entorno a su quehacer científico, considerando las posibles consecuencias.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Analiza el trabajo de investigación propio y de otros, crítica y contextualmente.
- Formula propuestas de investigación considerando hipótesis, objetivos y metodología, plan de trabajo, recursos y resultados esperados.
- Contribuye a generar nuevo conocimiento en proyectos de investigación.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

## 6. Contenidos

Los contenidos científicos de la tesis son aquellos necesarios para que el estudiante realice su trabajo de investigación. El tema particular es propuesto por el Director de Tesis y se enmarca en la línea de especialización del estudiante.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Revisión de literatura relevante al tema de investigación.
- Búsqueda bibliográfica.
- Reuniones periódicas entre el estudiante y el profesor.
- Estudio y trabajo personal.
- Exposiciones y reportes orales y/o escritos al Director de Tesis.
- Preparación de Propuesta de Tema de Tesis.



## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>148</sup>	El desarrollo de la tesis y su evaluación se rige por las disposiciones de los artículos 23 al 29 del Reglamento Interno del programa. Para esto se utiliza el formato de evaluación anexo 6 del Reglamento Interno.
--	---

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	El profesor propone la bibliografía básica en relación con los tópicos de investigación. Además, el estudiante realiza la búsqueda avanzada de bibliografía asociada a su trabajo de tesis.
---------------------	---

Elaborado por: Comité de Programa  Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020  Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	Observaciones:
--	----------------

<sup>148</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	0	0	0
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,1	17	1,7
Otras (Especificar): reuniones con el profesor	1,5	17	25,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	17	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1,5	17	32,3
Estudio Personal (Individual o grupal)	25,4	17	425
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>28,5</b>	<b>17</b>	<b>484,5</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>18 SCT-Chile</b>

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

### 1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Seminario de Tesis II		Créditos SCT-Chile: 18	
Unidad académica: Departamento de Matemática			
Sigla: MAT-492	Pre-requisitos: MAT491	Horas de docencia directa <sup>149</sup> semanal: 1,62	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras <sup>150</sup> : 1,62
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo <sup>151</sup> semanal: 26,9	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 484,84 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Matemática			

### 2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pertenece a la actividad de graduación. El trabajo a desarrollar en esta asignatura es continuación del Seminario de Tesis I. El estudiante debe actualizar la revisión del estado del arte, desarrollar su investigación, analizar y discutir los resultados obtenidos, elaborar conclusiones y comunicar de manera efectiva la investigación desarrollada.

Concluye con un informe escrito que es presentado en el Examen de Grado frente al Comité de Tesis.

### 3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos \*

\*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

<p><b>Los que corresponden a la asignatura de Seminario de Tesis I, a saber:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.</li> <li>• Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.</li> <li>• Entrega de manera oportuna sus informes y/o tareas encomendadas.</li> <li>• Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos.</li> <li>• Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo científico.</li> <li>• Comunica efectivamente los resultados de investigación.</li> <li>• Analiza crítica y contextualmente el trabajo de investigación propio y de otros.</li> <li>• Formula propuestas de investigación considerando hipótesis, objetivos y metodología, plan de trabajo, recursos y resultados esperados.</li> <li>• Contribuye a generar nuevo conocimiento en proyectos de investigación.</li> <li>• Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.</li> <li>• Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.</li> </ul>
---

<sup>149</sup> **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

<sup>150</sup> **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.): Evaluaciones, reuniones con profesor.

<sup>151</sup> **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica efectivamente el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

#### 4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

##### COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional y ética en el ejercicio de las actividades de investigación para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación, bajo la supervisión de un experto, en el ámbito de su línea de especialización para generar nuevo conocimiento.
- Conformar de manera proactiva equipos de investigación desde la perspectiva de su línea de especialización para la ejecución de proyectos disciplinares o multidisciplinarios.

#### 5. Resultados de Aprendizaje

##### DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES:

- Referencia el trabajo científico de otros, en la elaboración de documentos académicos e investigativos.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Entrega sus informes y/o tareas encomendadas, de manera oportuna, siguiendo las indicaciones y estructura solicitada.
- Presenta evidencia verificable de la originalidad de sus reportes escritos, en los informes o tareas desarrolladas.
- Reflexiona entorno a su quehacer científico, considerando las posibles consecuencias.
- Argumenta los resultados de investigación a la comunidad científica de manera efectiva.
- Explica el conocimiento de su disciplina a sus pares y público en general, redactando informes y/o presentaciones.
- Comunica los resultados de su investigación de manera oral y/o escrita, de manera efectiva, a través productos científicos.
- Analiza el trabajo de investigación propio y de otros, crítica y contextualmente.
- Contribuye a generar nuevo conocimiento en proyectos de investigación.
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Discute con otros temáticas de su disciplina, pudiendo participar en equipos de investigación, usando argumentos científicos.
- Propone soluciones a problemas que surgen de su quehacer científico con un enfoque científico disciplinar o multidisciplinar.
- Explica el conocimiento de su disciplina al público en general usando un lenguaje de acuerdo al contexto.

#### 6. Contenidos

Los contenidos científicos de la tesis son aquellos necesarios para que el estudiante realice su trabajo de investigación. El tema particular es propuesto por el Director de Tesis al inicio de la asignatura Seminario de

Tesis I y se enmarca en la línea de especialización del estudiante.

## 7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

**Considerando los resultados de aprendizaje de la asignatura, la metodología de trabajo es la siguiente:**

- Reuniones periódicas entre el estudiante y el profesor.
- Revisión de literatura relevante al tema de investigación.
- Desarrollo de la investigación.
- Preparación de informes de avance y/o artículos científicos.
- Exposiciones y reportes orales y/o escritos al Director de Tesis.
- Escritura de la Tesis.

## 8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación <sup>152</sup>	La nota de la asignatura de Seminario de Tesis II es la nota del Examen de Grado en que se evalúa el Escrito y la Defensa de la Tesis, y la nota mínima de aprobación del Examen de Grado es 85% (de acuerdo a los artículos 23 al 29 del Reglamento Interno y Reglamento de Graduación UTFSM). La Tesis se evalúa de acuerdo al formato de la pauta de evaluación en el anexo 7 del Reglamento Interno.
--	--

## 9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	El profesor propone la bibliografía básica en relación con los tópicos de investigación. Además, el estudiante realiza la búsqueda avanzada de bibliografía asociada a su trabajo de tesis.
---------------------	---

Elaborado por: Comité de Programa	Observaciones:
Fecha de aprobación por Consejo de Departamento: 14 enero 2020	
Fecha de aprobación del Comité de Postgrados Científicos-Tecnológicos: 6 abril 2021	

<sup>152</sup> Señale requisitos de asistencia y calificación para la aprobación de la asignatura. La nota mínima de aprobación de cada asignatura de los programas de estudio de posgrado es 70 en escala de 0-100.

**CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN  
(SCT-Chile)**

**CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA**

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
<b>PRESENCIAL</b>			
Cátedra o Clases teóricas	0	17	0
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0,12	17	2,04
Otras (Especificar): Reuniones con el profesor	1,5	17	25,5
<b>NO PRESENCIAL</b>			
Tareas obligatorias	0	17	0
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	1,5	17	25,5
Estudio Personal (Individual o grupal)	25,4	17	431,8
Otras (Especificar)	0	0	0
<b>TOTAL (HORAS RELOJ)</b>	<b>28,52</b>	<b>17</b>	<b>484,84</b>
<b>NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES</b>			<b>18 SCT-Chile</b>