

Programa de Asignatura

1. Identificación Asignatura

Nombre:	Matemáticas para machine learning			Código:	IFE003
Carrera:	Ingeniería Civil Informática	Unidad Académica:	Departamento de Ciencias Naturales y Tecnología.		
Ciclo Formativo:	Ciclo Licenciatura	Línea formativa:	Especializada		
Semestre	VIII	Tipo de actividad:	Optativa		
N° SCT:	6	Horas Cronológicas Semanales			
		Presenciales:	4,5 hrs	Trabajo Autónomo:	4,5 hrs
Pre-requisitos					

2. Propósito formativo

El curso de Matemáticas para machine learning se ubica en el ciclo formativo de licenciatura y corresponde a la línea formativa especializada, siendo un curso de tipo optativo. Tiene como propósito que las/los estudiantes adquieran los fundamentos matemáticos utilizados en las herramientas de aprendizaje de máquina (machine learning), integrando así las capacidades necesarias para relacionar las matemáticas puras con aplicaciones de la ingeniería y específicamente en los análisis y tratamiento de datos. Esta asignatura contribuye al perfil de egreso de la carrera en tanto que suma un aporte más al sólido dominio de las ciencias básicas y de las ciencias de la ingeniería. Respecto a la conexión de la asignatura con otras de la malla curricular, la asignatura está conectada con los cursos de Álgebra Lineal, Cálculo I, Cálculo II, Fundamentos de Programación, Probabilidades y Estadística y Minería de Datos.

3. Contribución al perfil de egreso

Esta asignatura contribuye a los siguientes desempeños o resultados de aprendizaje globales declarados en el Perfil de Egreso de la carrera:

- Entiende problemas a través de la construcción de abstracciones conceptuales, cualitativas y cuantitativas, utilizando formalismos establecidos, que permitan formular soluciones.
- Utiliza los conocimientos de las Ciencias Básicas, en el contexto de la Ingeniería, para aplicarlos en el proceso de resolución de problemas complejos.
- Genera información relevante, por medio de métodos analíticos y experimentales, a partir de fuentes de datos de gran volumen y diversa complejidad, utilizando técnicas pertinentes de minería de datos, con el fin de apoyar la toma de decisiones.

4. Resultados de aprendizaje específicos

Resultado de Aprendizaje Específico	Criterios de evaluación	Evidencia
1. Utiliza herramientas del álgebra lineal y matrices en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1.1. Ordena sistemas lineales 1.2. Aplica operaciones matriciales 1.3. Prueba códigos computacionales para realizar operaciones matriciales	- Tarea de desarrollo y códigos respectivos de conceptos matemáticos
2. Utiliza elementos de probabilidades y optimización para encontrar la solución más adecuada para un problema determinado	2.1. Realiza operaciones del cálculo en varias variables 2.2. Opera con gradientes en varias dimensiones 2.3. Realiza operaciones de probabilidades y optimización 2.4. Hace análisis estadístico	- Tarea de desarrollo y códigos respectivos de conceptos matemáticos

<p>3. Analiza datos a través del uso de modelos matemáticos para estimación de parámetros y determinar los posibles comportamientos de un fenómeno en estudio</p>	<p>3.1. Ajusta datos a modelos matemáticos y los interpreta 3.2. Determina y selecciona modelos matemáticos para ajustar datos 3.3. Resuelve problemas multidimensionales a través de la aplicación de herramientas de reducción de dimensionalidad</p>	<p>- Tarea de desarrollo y códigos respectivos de aplicación</p>
<p>4. Aplica procedimientos de clasificación mediante el uso de predictores para ordenar y agrupar elementos desconocidos</p>	<p>4.1. Elabora algoritmos de clasificación para agrupar variables de entrada 4.2. Utiliza modelos y librerías preexistentes para realizar operaciones de clasificación 4.3. Clasifica y selecciona algoritmos adecuados a las operaciones necesarias para tareas de clasificación.</p>	<p>- Tarea de desarrollo y códigos respectivos de aplicación</p>

5. Unidades de Aprendizaje

<p>Unidad 1. Introducción 1.1. Fundamentos para la realización del curso 1.2. Modalidad de trabajo</p>
<p>Unidad 2. Álgebra lineal 2.1. Sistemas de ecuaciones lineales 2.2. Matrices 2.3. Espacios vectoriales 2.4. Independencia lineal 2.5. Base y rango 2.6. Mapeos lineales 2.7. Espacios afines</p>
<p>Unidad 3. Geometría analítica 3.1. Norma 3.2. Producto interno 3.3. Longitudes y distancias 3.4. Ángulos y ortogonalidad 3.5. Bases ortonormales 3.6. Complemento ortogonal 3.7. Producto interno de funciones 3.8. Proyección ortogonal 3.9. Rotaciones</p>
<p>Unidad 4. Descomposición de matrices 4.1. Determinante y traza 4.2. Autovalores y autovectores 4.3. Factorización de Cholesky 4.4. Descomposición en valores propios y diagonalización 4.5. Descomposición en valores singulares 4.6. Aproximación de matrices 4.7. Filogenia de matrices</p>

Unidad 5. Cálculo vectorial

- 5.1. Derivada de funciones univariadas
- 5.2. Diferenciación parcial y gradientes
- 5.3. Gradientes de funciones vectoriales
- 5.4. Gradientes de matrices
- 5.5. Identidades útiles para el cálculo de gradientes
- 5.6. Retropropagación y diferenciación automática
- 5.7. Derivadas de orden superior
- 5.8. Linealización y Series de Taylor Multivariadas

Unidad 6. Probabilidades y distribuciones

- 6.1. Construcción de un espacio de probabilidades
- 6.2. Probabilidades discretas y continuas
- 6.3. Regla de suma, regla de producto y Teorema de Bayes
- 6.4. Síntesis estadística e independencia
- 6.5. Distribución gaussiana
- 6.6. Conjugación y familia de exponenciales
- 6.7. Cambio de variables y transformada inversa

Unidad 7. Optimización con variable continua

- 7.1. Optimización usando gradiente descendente
- 7.2. Optimización con restricciones y multiplicadores de Lagrange
- 7.3. Optimización convexa

Unidad 8. Modelos y datos

- 8.1. Datos, modelos y aprendizaje
- 8.2. Minimización del riesgo
- 8.3. Estimación de parámetros
- 8.4. Modelo probabilístico e inferencia
- 8.5. Modelos de grafos dirigidos
- 8.6. Selección de modelos

Unidad 9. Regresión lineal

- 9.1. Formulación del problema
- 9.2. Estimación de parámetros
- 9.3. Regresión lineal bayesiana
- 9.4. Máxima verosimilitud como proyección ortogonal

Unidad 10. Reducción de dimensionalidad con análisis de componentes principales (PCA)

- 10.1. Establecer el problema
- 10.2. Perspectiva de la máxima varianza
- 10.3. Perspectiva de proyección
- 10.4. Cálculo de autovectores y aproximaciones de rango bajo
- 10.5. PCA en dimensiones altas
- 10.6. Pasos clave para PCA en la práctica
- 10.7. Perspectiva de variable latente

Unidad 11. Estimación de densidad con modelos de mixtura gaussianos (GMM)

- 11.1. Modelo de mixtura gaussiana
- 11.2. Aprendizaje de parámetros a través de máxima verosimilitud

11.3. Algoritmo de maximización de la expectativa (EM)

11.4. Perspectiva de variable latente

Unidad 12. Clasificación con máquinas de soporte vectorial (SVM)

12.1. Separando hiperplanos

12.2. Máquina de soporte vectorial primario

12.3. Máquina de soporte vectorial dual

12.4. Núcleos

12.5. Solución numérica

6. Recursos de Aprendizaje

1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria)
2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)
3. A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow, 2da ed., O'Reilly (complementaria)

7. Comportamiento y ética académica:

Se espera que los estudiantes actúen en sus diversas actividades académicas y estudiantiles en concordancia con los principios de comportamiento ético y honestidad académica propios de todo espacio universitario y que están estipulados en el *Reglamento de Estudiantes de la Universidad de Aysén*, especialmente aquéllos dispuestos en los artículos 23°, 24° y 26°.

Todo acto contrario a la honestidad académica realizado durante el desarrollo, presentación o entrega de una actividad académica del curso sujeta a evaluación, será sancionado con la suspensión inmediata de la actividad y con la aplicación de la nota mínima (1.0).

Planificación del curso

8. Responsables

Académico (s) Responsable (s) y equipo docente	Felipe Aguilar Sandoval		
Contacto	felipe.aguilar@uaysen.cl		
Año	2024	Periodo Académico	Segundo Semestre
Horario clases	Lunes 10:15 – 11:45 Martes 8:30 – 10:00 Miércoles 10:15 – 11:45	Horario de atención estudiantes	Miércoles 12:00 – 13:30
Sala / Campus	D1 Campus Lillo II		

9. Metodología de Trabajo:

La asignatura contiene:			
Actividades de vinculación con el medio		Actividades relacionadas con proyectos de investigación	
<p>El curso se dictará en modalidad presencial, esto considera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas, siempre fomentando la discusión por parte de los estudiantes. Con apoyo en material bibliográfico, como también uso de algunos recursos multimedia. • Jornadas de trabajo de laboratorio (uso de computadores para pruebas de código y trabajo numérico). • Resolución de ejercicios: Los estudiantes se organizarán de modo que van a resolver una serie de problemas planteados por el profesor para trabajo individual o en parejas, los cuales serán desarrollados y posteriormente enviados como tareas. <p>Para la evaluación de la asignatura se contempla la realización de tareas de desarrollo que serán individuales y que normalmente involucran desarrollo de código de programación. En cada una se evaluará distintos contenidos asociados a las siguientes unidades de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarea 1: Unidades 1 a 4 • Tarea 2: Unidades 5 a 7 • Tarea 3: Unidades 8 a 10 • Tarea 4: Unidades 11 y 12 			

10. Evaluaciones:

Evaluación	Ponderaciones específicas	Ponderación nota presentación
Tareas de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Tarea 1: 25% • Tarea 2: 25% • Tarea 3: 25% • Tarea 4: 25% 	100%

Calificación final:

- Nota de presentación: 70%

- Examen Final: 30%

Condiciones de eximición:

- Nota de presentación igual o superior a nota 4,0

Derecho a rendir examen:

Nota de presentación $\geq 3,5$

Requisito de Aprobación

- Asistencia: 70%
- Nota Final: 4,0

11. Otros aspectos asociados al funcionamiento del curso:

- Con respecto a la puntualidad: los estudiantes podrán entrar a la sala hasta la hora programada para el inicio de clases, luego de esto se cerrará la puerta y se abrirá por un momento 10 minutos después.
- Con respecto a las inasistencias a evaluaciones: El estudiante que, de manera justificada, no asista a una prueba de cátedra, tendrá la posibilidad de rendir una prueba recuperativa al final del semestre, cuyos contenidos abarcarán toda la asignatura.

12. Planificación de las actividades de enseñanza- aprendizaje y de evaluación

Semana / Sesión	Resultado(s) de Aprendizaje	Tema (Unidades de aprendizaje) y actividades	Recursos utilizados o lecturas	Actividad(es) de Trabajo Autónomo
1	RA1	1.1. Fundamentos para la realización del curso 1.2. Modalidad de trabajo 2.1. Sistemas de ecuaciones lineales 2.2. Matrices 2.3. Espacios vectoriales 2.4. Independencia lineal 2.5. Base y rango 2.6. Mapeos lineales 2.7. Espacios afines	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 2 referencia 1
2	RA1	3.1. Norma 3.2. Producto interno 3.3. Longitudes y distancias	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning,	Lecturas capítulo 3 referencia 1

		3.4. Ángulos ortogonalidad y 3.5. Bases ortonormales 3.6. Complemento ortogonal 3.7. Producto interno de funciones 3.8. Proyección ortogonal 3.9. Rotaciones	Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	
3	RA1	4.1. Determinante traza y 4.2. Autovalores y autovectores 4.3. Factorización de Cholesky 4.4. Descomposición en valores propios y diagonalización 4.5. Descomposición en valores singulares	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 4 referencia 1
4	RA1, RA2	4.6. Aproximación de matrices 4.7. Filogenia de matrices 5.1. Derivada de funciones univariadas 5.2. Diferenciación parcial y gradientes 5.3. Gradientes de funciones vectoriales * TAREA 1	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 4 y 5 referencia 1
5	RA2	5.4. Gradientes de matrices 5.5. Identidades útiles para el cálculo de gradientes 5.6. Retropropagación y diferenciación automática 5.7. Derivadas de orden superior 5.8. Linealización y Series de Taylor Multivariadas	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 5 referencia 1
6	RA2	6.1. Construcción de un espacio de probabilidades	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong,	Lecturas capítulo 6 referencia 1

		6.2. Probabilidades discretas y continuas 6.3. Regla de suma, regla de producto y Teorema de Bayes 6.4. Síntesis estadística e independencia	Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 2 referencia 2
7		Semana de trabajo autónomo		
8	RA2	6.5. Distribución gaussiana 6.6. Conjugación y familia de exponenciales 6.7. Cambio de variables y transformada inversa	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 6 referencia 1 Lecturas capítulo 2 referencia 2
9	RA2	7.1. Optimización usando gradiente descendente 7.2 Optimización con restricciones y multiplicadores de Lagrange 7.3. Optimización convexa * TAREA 2	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 7 referencia 1 Lecturas capítulo 4 referencia 2
10	RA3	8.1. Datos, modelos y aprendizaje 8.2. Minimización del riesgo 8.3. Estimación de parámetros	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 8 referencia 1
11	RA3	8.4. Modelo probabilístico e inferencia 8.5. Modelos de grafos dirigidos	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning,	Lecturas capítulo 8 referencia 1 Lecturas capítulo 2 referencia 2

		8.6. Selección de modelos	Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	
12	RA3	9.1. Formulación del problema 9.2. Estimación de parámetros 9.3. Regresión lineal bayesiana 9.4. Máxima verosimilitud como proyección ortogonal	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 9 referencia 1 Lecturas capítulo 3 referencia 2
13	RA3	10.1. Establecer el problema 10.2. Perspectiva de la máxima varianza 10.3. Perspectiva de proyección 10.4. Cálculo de autovectores y aproximaciones de rango bajo	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 10 referencia 1
14	RA3	10.5. PCA en dimensiones altas 10.6. Pasos clave para PCA en la práctica 10.7. Perspectiva de variable latente * TAREA 3	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 10 referencia 1
15	RA4	11.1. Modelo de mixtura gaussiana 11.2. Aprendizaje de parámetros a través de máxima verosimilitud 11.3. Algoritmo de maximización de la expectativa (EM)	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page	Lecturas capítulo 11 referencia 1

		11.4. Perspectiva de variable latente	machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	
16	RA4	12.1. Separando hiperplanos 12.2. Máquina de soporte vectorial primario 12.3. Máquina de soporte vectorial dual 12.4. Núcleos 12.5. Solución numérica * TAREA 4	Bibliografía: 1. M. Deisenroth, A. Faisal, C. Soon Ong, Mathematics for machine learning, Cambridge University Press (obligatoria) 2. A. Burkov, The hundred – page machine learning book, Andriy Burkov Publisher (obligatoria)	Lecturas capítulo 12 referencia 1 Lecturas capítulo 3 referencia 2
17		PREPARACIÓN EXAMEN		
18		EXAMEN		