



Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT AC

Nombre Autorizado de la Institución

Maestría en Ciencias con Orientación en Probabilidad y Estadística

Nivel y Nombre del Plan de Estudios

Escolar

Modalidad Educativa

Agosto 2023

Vigencia

Estudios de licenciaturas en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Ciencias Físico-Matemáticas, Ingeniería Matemática, Actuaría, Estadística y carreras afines

Antecedente Académico

05 Ciencias naturales, matemáticas y estadística

Área de Estudio

Clave del Plan de Estudios: **2023**
Diseño Curricular: **Rígido**
Total de Ciclos del Plan de Estudios: **4 semestres**
Duración del Ciclo Escolar: **16 semanas**
Carga Horaria a la Semana: **12**

FIN DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El Programa de la Maestría en Ciencias con Orientación en Probabilidad y Estadística tiene como principal objetivo formar maestros en ciencias de alto nivel, especialistas en probabilidad y estadística, con una sólida formación teórica en estas áreas y con las competencias y habilidades para transmitir conocimientos, usar herramientas computacionales, realizar aplicaciones o iniciar investigaciones en áreas tanto teóricas como aplicadas de relevancia y actualidad en probabilidad, procesos estocásticos y estadística.

El programa está diseñado con las características de flexibilidad, diversidad y pertinencia, procurando un balance entre la formación teórica y la aplicada tanto en Probabilidad como en Estadística y que da al estudiante la opción de seleccionar temáticas de formación. El estudiante cursa temas básicos durante el primer año y puede elegir un área de concentración, entre un rango amplio de cinco posibles temáticas de vanguardia tanto teóricas como aplicadas:

1. Teoría de probabilidad;
2. Teoría estadística;
3. Modelación estocástica e inferencia en ciencias, industria, y tecnología;
4. Probabilidad e inferencia estadística en ciencias de datos; y
5. Finanzas y riesgo.

Con el fin de incluir en su formación temas primera línea, que se interceptan con temas de otras áreas, el alumno puede cursar, además, materias de otras maestrías como de matemáticas, matemáticas aplicadas y ciencias de la computación del CIMAT.

Además, el estudiante adquiere habilidades en aspectos no-técnicos que se requieren en la solución de problemas interdisciplinarios, tales como comunicación verbal y escrita, visión crítica, creatividad e intuición. También fortalece su competencia en el uso de herramientas de cómputo útiles tanto para aspectos prácticos como de investigación.

Al egresar el estudiante podrá participar en la docencia (tanto a nivel licenciatura como maestría) y en la capacitación y actualización de profesionales que usen herramientas de probabilidad, procesos estocásticos, estadística y herramientas de computación para estas áreas. Además, podrá optar por continuar con estudios de doctorado en probabilidad,

estadística o matemáticas en general, en instituciones de prestigio, tanto en México como en el extranjero.

PERFIL DE EGRESO

El egresado de la Maestría en Ciencias con Orientación en Probabilidad y Estadística es un profesionalista que durante el programa adquiere sólidos conocimientos teóricos en las áreas de Probabilidad, Procesos Estocásticos y Estadística con habilidades para el desarrollo de modelos para la investigación aplicada. Estos conocimientos y habilidades se complementan con el entrenamiento en métodos computacionales orientados al estudio de fenómenos con componentes estocásticos y estadísticos.

Gracias a estos conocimientos los egresados pueden a) incorporarse de forma inmediata al mercado laboral de profesionistas en las áreas de investigación y análisis estocástico y estadístico de empresas estratégicas o gobierno y b) apoyar proyectos de investigación básica o aplicada en problemas de actualidad en probabilidad, procesos estocásticos y estadística.

Además de los conocimientos y habilidades individuales, el programa también favorece la adquisición de habilidades para la colaboración, tanto en el ámbito laboral como académico. Principalmente se fortalece la comunicación oral y escrita, técnica y no técnica, para que el egresado pueda colaborar en forma efectiva con equipos multidisciplinarios.

En resumen, el egresado desarrolla:

Conocimientos teóricos en Probabilidad, Procesos Estocásticos, Modelos e Inferencia Estadística, así como aplicaciones en áreas como finanzas, biología, industria, salud, con enfoque multidisciplinario.

Habilidades como

- la capacidad de investigación individual,
- la comprensión y redacción de textos técnicos en español e inglés,
- la abstracción de los problemas para plantearlos con modelos matemáticos y estadísticos,
- la programación orientada a la simulación y visualización de modelos y fenómenos estocásticos, así como para la inferencia estadística,

- la capacidad de formular, analizar, proponer e implementar soluciones innovadoras, creativas y pertinentes a problemas actuales que requieren de modelación matemática con elementos estocásticos y estadísticos.
- la capacidad de comunicarse con expertos de otras disciplinas y propiciar interacciones interdisciplinarias de alto impacto.

Aptitudes necesarias para el trabajo individual y en equipos como el liderazgo, es análisis crítico, la organización del trabajo de investigación y la creatividad.

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Las líneas de investigación (**áreas de concentración**) constituyen medios para promover que los estudiantes de posgrado opten por conocimiento de frontera en alguna línea especializada, tanto para que continúen sus estudios doctorales o implementen nuevas aplicaciones o extensiones a modelos tradicionales existentes que se usan en la industria, gobierno y educación.

Un área de concentración se concibe como un conjunto integrador de actividades de investigación, grupos de trabajo, cursos, seminarios, programas y actividades generales que giran en torno a un gran tema centralizador. Actualmente, en el área de probabilidad y estadística en el CIMAT se identifican cinco áreas de concentración:

1. Teoría de probabilidad
2. Teoría estadística
3. Modelación estocástica e inferencia en ciencias, industria, y tecnología
4. Probabilidad e inferencia estadística en ciencias de datos
5. Finanzas y riesgo

Con base en estas áreas se han formado ya a diversos estudiantes mediante tesis de licenciatura, maestría, y doctorado; provenientes de nuestra institución, así como de varias universidades del interior del país y del extranjero. Las líneas de investigación reflejan el carácter multidisciplinario de estas áreas de concentración.

El plan de estudios de la Maestría en Ciencias con Orientación en Probabilidad y Estadística, registrado ante la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública con vigencia en febrero de 2002 fue planeado flexible para atender a los avances teóricos, metodológicos de la Probabilidad y la Estadística, las aplicaciones

en otras ciencias e introducir los avances transversales. Sin embargo, estas necesidades, avances y tendencias requirieron que el programa, a lo largo de los últimos años tuviera algunos cambios, aprobados por el Consejo de Programas Docentes de CIMAT, y que ahora se formalizan ante la Dirección General de Profesiones con este nuevo plan de estudios.

En el plan de 2002 se definieron dos orientaciones de investigación: modelación estocástica y modelación estadística, y ahora se enriquecen con las cinco áreas de concentración, de las cuales, la más reciente es Probabilidad e Inferencia Estadística en Ciencia de Datos, en 2016.

Con el fin de que los alumnos se desenvuelvan en un ambiente fértil de interacción y excelencia académica que les permita realizar trabajo de investigación dinámico y de alto nivel, los programas de posgrados se complementan con talleres, congresos, escuelas, veranos de investigación, minicursos de investigadores visitantes, seminarios temáticos semanales y otros eventos académicos nacionales e internacionales que tienen lugar en las instalaciones del Centro.

Además de los seminarios temáticos, investigadores del área participan en la organización de eventos periódicos como el Taller de Solución de Problemas Industriales (SPI) y la Escuela de Probabilidad y Estadística (EPE) orientados a estudiantes de licenciatura y posgrado.

Programa de investigación y plan de estudios

El Plan de Estudios 2023 de la Maestría está diseñado para concluirse en cuatro semestres, requiere que el estudiante apruebe un mínimo de doce asignaturas (8 obligatorias y 4 optativas), y un Examen Básico.

Las materias obligatorias, se tienen que cubrir, en su mayoría, en los dos primeros semestres y sientan bases sólidas para las materias optativas que el estudiante puede cursar en los siguientes semestres. Seis de las materias obligatorias son comunes a todas las áreas, pero dos de ellas se definen en función del área de concentración que el estudiante selecciona con ayuda de un tutor asignado en los primeros días de su primer semestre.

La selección de las materias optativas también se realiza con el consejo del tutor, dada el área de concentración seleccionada y la oferta de cursos cada semestre.

Con aprobación de su tutor y el Comité Académico del Posgrado (CAP), el alumno podrá cursar o convalidar asignaturas contempladas en los demás programas de posgrado que

imparte la institución y que cuenten con validez oficial por parte de la SEP. La no seriación de materias cursadas no invalida la continuidad de los estudios, bajo el criterio del establecimiento de créditos, que se computan por semestre.

El programa incluye como obligatorios, para cualquier área de concentración, los cursos de Consultoría y Seminario de Titulación, que juegan un papel fundamental en la formación del estudiante de acuerdo con la nueva visión del Programa de la Maestría. Estos cursos representan el vínculo entre los conocimientos básicos y metodológicos aprendidos durante los primeros dos semestres, con su aplicación en problemas actuales. Abordan la labor de consultoría académica, industrial y la comunicación técnica y científica, así como la dirigida a una mayor audiencia, como la de divulgación; todas estas en forma oral y escrita. Por otro lado, sirven para apoyar y supervisar los avances del trabajo de tesis de los estudiantes, desde su protocolo de investigación, informes de avances hasta la presentación de su primera versión. A lo largo de este proceso se motiva la discusión de la relevancia, los alcances y los límites de los trabajos de tesis propuestos, así como sus resultados preliminares.

Las asignaturas obligatorias **comunes para todas las áreas** de concentración (líneas de investigación) son:

- Modelos Estocásticos I.
- Inferencia Estadística I.
- Modelos Estocásticos II.
- Modelos Estadísticos I.
- Consultoría y
- Seminario de Titulación.

La maestría en probabilidad y estadística cuenta con 9 profesores de CIMAT en el área de probabilidad y 9 en el área de estadística y 2 profesores de la Universidad de Guanajuato. Todos los docentes cuentan con el grado de doctor y entre estos 13 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), de los cuales 7 se encuentran en el nivel III, 4 en el nivel II del SNI y 4 en el nivel I de SNI.

A continuación, se describen las líneas de investigación de la maestría, sus objetivos particulares, temas de especialización, asignaturas específicas y el personal docente asociado.

1. Teoría de probabilidad

La teoría de la probabilidad es una rama de las matemáticas que sirve para entender fenómenos naturales, así como sociales, en donde existe incertidumbre y/o aleatoriedad. Actualmente, la probabilidad juega un papel importante en muchas áreas de la ciencia y tiene una interacción fuerte con otras áreas de las matemáticas tales como ecuaciones diferenciales, análisis, combinatoria y topología.

Entre los temas de investigación que se desarrollan en esta área de concentración mencionamos: Control estocástico, Ecuaciones diferenciales parciales estocásticas y Superprocesos. Gráficas aleatorias, Matrices aleatorias y Probabilidad libre, Procesos de Lévy, de ramificación, de coalescencia y otros modelos estocásticos en biología.

Asignaturas

Obligatorias:

- Medida e Integración
- Probabilidad Avanzada I

Optativas:

- Cálculo Estocástico
- Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas y sus Aplicaciones
- Matrices Aleatorias y Probabilidad Libre
- Procesos Estocásticos I (Procesos de Markov)
- Temas Selectos de Probabilidad I
- Temas Selectos de Probabilidad II
- Temas Selectos de Probabilidad III
- Temas Selectos de Probabilidad IV
- Teoría de Valores Extremos

En las materias de Temas Selectos de Probabilidad se han impartido recientemente temas como Integración Estocástica, Divisibilidad Infinita, Procesos de Lévy, Tiempos Locales y Teoría de Excursiones, Teoría Ergódica, Teoría de Ramificación, Coalescencia y Fragmentación e Integración Estocástica para Semi martingalas.

Personal Docente

Esta área de concentración es respaldada principalmente por el grupo de probabilidad, que consta de 9 investigadores, de los cuales 5 se encuentran en el nivel III, 2 en el nivel II del SNI y 2 son investigadores jóvenes. Éstos junto con los 2 investigadores del Departamento de Matemáticas hacen de Guanajuato un referente nacional en el área.

2. Teoría estadística

Los aspectos teóricos de la Estadística, basados en la Teoría de Probabilidad y otras áreas de la Matemática, sirven de base a los métodos y técnicas estadísticas que benefician la investigación científica en prácticamente todas las áreas. El impresionante desarrollo de la Estadística ha motivado problemas de complejidad creciente, que han planteado la elaboración de metodologías de análisis y modelación que requieren de muy diversas herramientas matemáticas para su fundamentación y para la comprensión de sus virtudes y posibles limitaciones en la aplicación a problemas concretos.

Esta área de concentración busca fomentar la investigación en problemas teóricos de la Estadística que resultan novedosos y relevantes para el desarrollo de la disciplina y para enfrentar los nuevos retos que a ella plantean la ciencia y la tecnología. Con este propósito, fomenta relaciones de investigación tanto multidisciplinarias como interdisciplinarias entre la Estadística y otras disciplinas de la matemática, especialmente la Teoría de la Probabilidad. Sobre esta base, pretende también contribuir a la formación de estudiantes de posgrados capacitados, creativos y abiertos a la colaboración.

Los investigadores del área es un grupo con intereses muy diversos como los son: Análisis de datos funcionales, Métodos estadísticos para problemas inversos, Datos complejos, Control estadístico, Métodos de inferencia con cómputo intensivo, Simulación y análisis estadístico de sistemas dinámicos aleatorios, clasificación y regresión en alta dimensión, y desigualdades de concentración.

Con base en estas líneas se han formado a diversos estudiantes mediante tesis de licenciatura, maestría, y doctorado; provenientes de nuestra institución, así como de varias universidades del interior del país y del extranjero.

Asignaturas

Obligatorias:

- Estadística Matemática I



- Inferencia Estadística II

Optativas: •

- Cómputo Científico para Probabilidad, Estadística y Ciencia de Datos
- Control Estadístico de Procesos
- Estadística Bayesiana
- Estadística Espacial
- Series de Tiempo
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico I
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico II
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico III
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico IV
- Temas Selectos de Matemáticas I
- Temas Selectos de Matemáticas II
- Temas Selectos de Regresión No Paramétrica
- Temas Selectos de Teoría Estadística I
- Temas Selectos de Teoría Estadística II
- Temas Selectos de Teoría Estadística III
- Temas Selectos de Teoría Estadística IV

En las materias de Temas Selectos de Regresión No Paramétrica y Teoría Estadística se han impartido recientemente temas como Análisis de Datos Funcionales, Inferencia Estadística para Datos Complejos, Estadística No paramétrica, Métodos de Monte Carlo para Estadística, Inferencia Estadística en Procesos Estocásticos, Teoría Asintótica y Análisis Multivariado. Aunque también bajo estos códigos se ha impartido Probabilidad y Estadística en Análisis Topológico de Datos, Reconocimiento de Patrones, Aprendizaje Máquina y Profundo, son materias en colaboración con el área de matemáticas o pertenecientes al programa de posgrado en Ciencias de la Computación del CIMAT, por lo que se propone la creación de Temas Selectos de Cómputo Estadístico y Temas Selectos de Matemáticas para reflejar con mayor precisión las áreas a las que están asociadas.

Personal Docente

Esta área de concentración es respaldada principalmente por el grupo de estadística que consta de 9 investigadores, de los cuales 2 se encuentran en el nivel III, 2 en el nivel II y 2 en el nivel I de SNI.

3. Modelación estocástica e inferencia en ciencias, industria, y tecnología

Debido a que en la observación de la naturaleza participan inevitablemente aspectos aleatorios, cada vez adquiere más relevancia la incorporación de modelos estocásticos en investigación en Física, Biología, Química, Ingenierías, etc. Estos modelos estocásticos han mostrado también gran importancia en el desarrollo tecnológico en la industria y la toma de decisiones en gobierno y empresas privadas.

Esta área de concentración abarca de manera integral la modelación e inferencia, tomando en cuenta aspectos teóricos, cuestiones de implementación, cómputo científico e inferencia en problemas reales de vinculación tanto científica como con los sectores gobierno, servicios e industria. En la actualidad se generan datos de muy diversa índole y en grandes cantidades, y surgen problemas con altos grados de complejidad. Por ello se genera un gran dinamismo entre áreas de investigación en probabilidad y estadística y las aplicaciones. Es más común que la modelación estadística tome en cuenta conocimiento especializado en otras materias y que con ello se originen diversas interacciones multidisciplinarias.

El área de probabilidad y estadística del CIMAT tiene una tradición duradera en cuanto a colaboraciones con diversas instituciones públicas, institutos de investigación, universidades nacionales y del extranjero, y empresas privadas para afrontar problemas de investigación motivados por cuestiones originadas en una gran diversidad de áreas del conocimiento.

La experiencia histórica acumulada radica en temas de ecología, medicina, física, biogeografía, epidemiología, salud pública, gobierno, ciencias sociales, producción industrial, biología molecular, neurociencias y genética, entre otras.

Con base en estas líneas se han formado a diversos estudiantes mediante tesis de licenciatura, maestría, y doctorado; provenientes de nuestra institución, así como de varias universidades del país y del extranjero.

Asignaturas

Obligatorias:

- Estadística Matemática I
- Inferencia Estadística II



Optativas:

- Cálculo Estocástico
- Cómputo Científico para Probabilidad, Estadística y Ciencia de Datos
- Confiabilidad
- Control Estadístico de Procesos
- Estadística Bayesiana
- Estadística Espacial
- Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas y sus Aplicaciones
- Procesos Estocásticos I
- Series de Tiempo
- Teoría de Valores Extremos
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico I
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico II
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico III
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico IV
- Temas Selectos de Matemáticas I
- Temas Selectos de Matemáticas II
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos I
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos II
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos III
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos IV

En las asignaturas de Temas Selectos de Modelos Estadísticos se han impartido temas como Diseño de Experimentos, Ecología Estadística y Análisis Multivariado, Introducción a Ciencia de Datos, Análisis de Supervivencia y Modelación Epidemiológica. Estos cursos son también para estudiantes de doctorado en esta área de concentración.

Personal Docente

En esta área de concentración participan la mayoría de los miembros del grupo de probabilidad y estadística. Teniendo mayor interacción los miembros del grupo de estadística al tener mayor contacto con problemas aplicados y proyectos de vinculación.

4. Probabilidad e inferencia estadística en ciencias de datos

Ciencia de datos es un nuevo campo que surge con el objeto y la necesidad de obtener información valiosa y útil de la complejidad, incremento y diversidad de datos de la

modernidad. Ejemplos de estos datos aparecen en imágenes médicas, videos, expresiones genéticas, series financieras, internet, redes sociales, física, redes biológicas, astronomía, entre otros tipos de datos modernos. En particular, a las disciplinas de probabilidad y estadística les plantea el modelar estocásticamente e inferir estructura a partir de datos que son objetos complejos como los de alta dimensionalidad, funciones, imágenes, gráficas, y redes.

Esta área de concentración tiene la característica de que es transversal y se involucran algunas temáticas y cursos de otras áreas de concentración del posgrado de probabilidad y estadística, además que se complementa con asignaturas de las áreas de ciencias de la computación y matemáticas en el CIMAT. Siendo un área emergente, algunas de las líneas de investigación que ya existen tenderán a combinarse con otras líneas para dar lugar a líneas multidisciplinarias en ciencia de datos.

Asignaturas

Obligatorias:

- Estadística Matemática I
- Inferencia Estadística II

Optativas:

- Cómputo Científico para Probabilidad, Estadística y Ciencia de Datos
- Estadística Bayesiana
- Estadística Espacial
- Procesos Estocásticos I
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico I
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico II
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico III
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico IV
- Temas Selectos de Matemáticas I
- Temas Selectos de Matemáticas II
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos I
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos II
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos III
- Temas Selectos de Modelos Estadísticos IV

En las asignaturas de Modelos Estadísticos se han impartido temas como la Introducción a la Ciencia de Datos, Análisis Multivariado, Inferencia Estadística para Datos Complejos, Estadística Computacional, Inferencia No Paramétrica, Probabilidad y Estadística en Análisis Topológico de Datos, Reconocimiento de Patrones, Cómputo de Alto Rendimiento, y Computación Gráfica, Topología Computacional y Topología para Computación y Estadística, y se vislumbra que en un futuro se ofrezcan cursos de Análisis Geométrico de Datos y Análisis Algebraico de Datos, los cuales más apropiadamente, se quiere asignar a Temas Selectos de Matemáticas.

Personal Docente

Debido a la transversalidad del área no sólo la mayoría de los miembros del grupo de probabilidad y estadística participan como docentes, sino también investigadores de las áreas de Ciencias de la Computación y Matemáticas del CIMAT con cursos de sus posgrados que también se ofrecen en el programa de Maestría en Ciencias con Orientación en Probabilidad y Estadística.

5. Finanzas y riesgo

El área de concentración de finanzas y riesgo ha sido una de las más antiguas en el Departamento de Probabilidad y Estadística en el CIMAT. Está enfocada en el desarrollo de herramientas teóricas y aplicadas para estudiar problemas en finanzas y en seguros.

Algunas de las líneas tanto teóricas como aplicadas que han sido desarrolladas por los investigadores del área que incluyen Modelación estocástica en finanzas y seguros, Control y juegos estocásticos con aplicaciones en modelos financieros, Inferencia estadística de datos financieros (cópulas, series de tiempo), Fluctuaciones de procesos de Lévy y sus aplicaciones en modelos de aseguradoras y Modelación de medidas de riesgo en finanzas y seguros.

Asignaturas

Obligatorias:

- Medida e Integración
- Probabilidad Avanzada I

Optativas:

- Cálculo Estocástico

- Procesos Estocásticos I
- Series de Tiempo
- Teoría de Riesgos
- Teoría de Valores Extremos
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico I
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico II
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico III
- Temas Selectos de Cómputo Estadístico IV
- Temas Selectos de Finanzas II

Personal Docente

El área de finanzas y riesgo en el CIMAT está integrada por un núcleo de al menos 8 investigadores que incluyen investigadores del CIMAT, y del Departamento de Matemáticas y Economía de la Universidad de Guanajuato. Varios de nuestros estudiantes se han incorporado en puestos de análisis y modelación financiera en instituciones bancarias, aseguradoras y consultorías de renombre, así como en puestos académicos de universidades nacionales y extranjeras.

CURSO PROPEDÉUTICO

El programa no considera un curso propedéutico remedial sino un taller de una semana que sirve como herramienta para complementar las evaluaciones de aspirantes en los aspectos tanto de sus conocimientos como sus capacidades de abstracción y aprendizaje. Todos los aspirantes participan en este taller intensivo en donde se les presentan temas, de nivel de los últimos semestres de licenciatura, en matemáticas, probabilidad y estadística, así como algunos temas nuevos en éstas. Durante este evento se asignan problemas que se trabajan en equipos e individualmente, guiados por tutores. El desempeño, evaluado desde escalas cuantitativas y cualitativas, es clave en la selección de los candidatos a ingresar al programa. La evaluación de los aspirantes la realiza el Comité Académico del Posgrado (CAP), así como los investigadores que participan impartiendo los cursos y como tutores durante el taller.

PERFIL DE INGRESO

La maestría está orientada a aspirantes con fuerte formación en matemáticas, por lo que el perfil de ingreso incluye principalmente a egresados de licenciaturas en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Ciencias Físico-Matemáticas, Ingeniería Matemática, Actuaría, Estadística y carreras afines.

Se requiere como mínimo que los aspirantes cuenten con conocimientos básicos de cálculo, álgebra lineal y análisis matemático a un nivel de poder entender y hacer demostraciones matemáticas.

Debido al contenido de los cursos, es altamente deseable que los aspirantes tengan la capacidad de lectura de material técnico en inglés.

Es deseable que los aspirantes tengan: tenacidad, perseverancia, iniciativa y espíritu crítico; interés en problemas de vanguardia en donde aparecen fenómenos aleatorios y la solución de problemas en general.

Por otro lado, el programa requiere que los aspirantes tengan responsabilidad y sentido de organización para trabajar de tiempo completo y en un ambiente de alto rendimiento.

ADMINISTRACIÓN Y OPERATIVIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS

Se considera un plan de estudios rígido, que consta de 108 créditos, lo que equivale a aprobar al menos doce asignaturas, a cubrirse de manera presencial en cuatro semestres.

A partir del primer semestre, el Comité Académico del Posgrado (CAP) asignará a todo nuevo estudiante un tutor que es investigador del área de Probabilidad y Estadística. Éste guiará al estudiante en la selección de sus asignaturas y actividades académicas, y deberá aprobar el Proyecto Semestral de asignaturas a cursar. A partir del tercer semestre, el alumno deberá seleccionar a un asesor de tesis.

Las materias del programa se dividen en materias obligatorias y optativas. Además, las materias obligatorias, se dividen en dos grupos según el área de concentración que es de



interés del estudiante. En el primer año cada una de las tres materias que debe cursar son obligatorias. Dicha estructura permite proveer al alumno de bases sólidas durante el primer año, mientras que el segundo año se centra en las materias optativas dentro del área de concentración seleccionada.

Durante el **primer semestre**, el estudiante debe cubrir los cursos de

- Modelos Estocásticos I e
- Inferencia Estadística I.

y dependiendo del área de concentración escogida, el tercer curso debe ser

- Medida e Integración o
- Estadística Matemática I.

En el **segundo semestre** debe cubrir y aprobar los cursos de:

- Modelos Estocásticos II y
- Modelos Estadísticos I.

y nuevamente, dependiendo de su área de concentración, el tercer curso a inscribir debe ser

- Probabilidad Avanzada I o
- Inferencia Estadística II.

En el **tercer semestre** el estudiante debe cursar tres materias optativas, seleccionados con su tutor y de acuerdo con el plan de trabajo para el alumno.

Durante el **cuarto semestre** el estudiante debe cubrir su cuarta materia optativa, el curso de Consultoría y el Seminario de Titulación.

Uno de los requisitos para la permanencia en el programa es el aprobar el Examen Básico de acuerdo con los Lineamientos del Programa. Este examen está diseñado para evaluar conocimientos adquiridos durante el primer año del Programa en las áreas de: Modelos Estocásticos, Medida e Integración, Probabilidad, Inferencia y Modelos Estadísticos y se debe presentar en el verano antes del inicio del tercer semestre.

Cada semestre el CAP dará aviso oportuno al Comité de Cursos sobre las materias optativas que se vayan a ofrecer, para su publicación y programación en los sistemas correspondientes.

Considerando las Áreas de Concentraciones, el Plan de Estudios se resume en el siguiente esquema:

| | Áreas 1 y 5 | Áreas 2, 3 y 4 |
|------------------|--------------------------|---------------------------|
| Primer Semestre | Modelos Estocásticos I | |
| | Inferencia Estadística I | |
| | Medida e Integración | Estadística Matemática I |
| Segundo Semestre | Modelos Estocásticos II | |
| | Modelos Estadísticos I | |
| | Probabilidad Avanzada I | Inferencia Estadística II |
| Examen Básico | | |
| Tercer Semestre | Optativa 1 | |
| | Optativa 2 | |
| | Optativa 3 | |
| Cuarto Semestre | Consultoría | |
| | Seminario de Titulación | |
| | Optativa 4 | |
| Defensa de Tesis | | |

Procedimientos de evaluación y acreditación de asignaturas

Cada curso tiene un valor de 9 créditos y se evalúan con base a todas o algunas de las siguientes actividades: tareas, exposiciones, trabajos especiales, proyectos, exámenes parciales y exámenes finales.

En asignaturas como: Consultoría y Seminario de Titulación, se pueden fijar criterios alternativos de evaluación.

El Examen Básico sólo puede presentarse en una ocasión, los temarios están publicados en los Lineamientos y se evalúa con escalas cuantitativas y cualitativas con calificaciones que describen sus capacidades de acuerdo a niveles de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado. Los niveles que se consideran aprobatorios son maestría y doctorado.

Requisitos de graduación



Los requisitos de graduación están descritos en los Reglamentos de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos complementarios para la Maestría con Orientación en Probabilidad y Estadística.

Para la obtención del grado de Maestría se requiere cumplir con el requisito de idioma inglés de acuerdo con los procedimientos y opciones vigentes aprobados por el Consejo de Programas Docentes (CPD) y publicado en la página web del Departamento de Servicios Escolares.

Para obtener el grado de Maestro en Ciencias con orientación en Probabilidad y Estadística, se requiere

- Haber cubierto como mínimo un total de 108 créditos (72 obligatorios y 36 optativos) del plan de estudios.
- Aprobar el Examen Básico
- Cumplir con el requisito de inglés vigente, aprobado por el CPD.
- Presentar un trabajo de tesis y aprobar su defensa ante un comité evaluador aprobado por el CAP.
- Cumplir con los requisitos para obtener el grado que indica el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente.

SUSTENTO TEÓRICO DEL MODELO CURRICULAR

Las disciplinas de probabilidad y estadística tienen naturalezas diferentes, aunque ambas figuras están íntimamente ligadas entre sí. La teoría de probabilidad es una rama de matemáticas abstractas, basada en axiomas y razonamientos deductivos. Por esta razón, el proceso de enseñanza-aprendizaje concuerda con matemáticas en general. Ello involucra habilidades para razonar matemáticamente y expresar ideas por escrito con rigor. Mucho de ello recurre a métodos tradicionales (Cobb & Moore, 1997). Sin embargo, la modernidad introduce aspectos pedagógicos para promover mayor proactividad en el aprendizaje, recurriendo a tecnología (Manuguerra & Petocz, 2014) para fines de ilustración con simulación computacional, manejo de datos reales, e incursión en la era de los “datos masivos” o “datos complejos” (Ridgway, 2016).

En contraste, la estadística versa sobre razonamientos inductivos basados en la observación de datos. Recurre a la teoría de probabilidad en su tratamiento, principalmente para habilitar la cuantificación de incertidumbre. La estadística reacciona a necesidades formuladas por usuarios externos (científicos, administradores, etc.). Recurre a conceptos matemáticos abstractos (incluyendo teoría de probabilidad), pero también tiene que ver con el desarrollo de habilidades para la interacción interdisciplinaria, así como para la formulación creativa de soluciones. Esto se enmarca en lo que puede considerarse “consultoría estadística”, cuya enseñanza efectiva ha sido ampliamente discutida en la academia (Anderson & Loynes, 1987; Rustagi & Wolfe, 2014).

El modelo curricular de la maestría en probabilidad y estadística abarca ambas vertientes como formación básica (materias obligatorias tanto en probabilidad como en estadística) para todos los estudiantes, incluyendo el empleo de tecnología computacional para simulación y análisis de datos. Por otra parte, el curso de consultoría estadística complementa con habilidades no-técnicas necesarias para la eficaz interacción con postulantes de problemas y datos, abarcando aspectos de comunicación, liderazgo, planificación, propuesta de soluciones, y reporte de resultados (Anderson & Loynes, 1987).

Referencias

Anderson, C. W. and Loynes, R. M. (1987). *The Teaching of Practical Statistics*. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley and Sons.

Cobb, G. W., & Moore, D. S. (1997). Mathematics, Statistics, and Teaching. *The American Mathematical Monthly*, 104(9), 801–823. <https://doi.org/10.2307/2975286>

Manuguerra, M., & Petocz, P. (2014). Learning and teaching probability in the 21st Century. In K. Makar, B. de Sousa, & R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education*. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9, July, 2014) (pp. 1-6). International Statistical Institute. <http://iase-web.org>

Moore, D. S. (1997). New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 65(2), 123–137. <https://doi.org/10.2307/1403333>

Ridgway, J. (2016). Implications of the Data Revolution for Statistics Education. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 84(3), 528–549. <http://www.jstor.org/stable/44162511>

Rustagi, J. S. and Wolfe, D. A. (2014). Teaching of Statistics and Statistical Consulting. Elsevier Science.

JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA CURRICULAR EN LA MODALIDAD NO ESCOLARIZADA O MIXTA

No aplica.

PROPUESTA DE EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Se propone realizar la evaluación y renovación periódica del programa de Maestría con el fin de promover su la mejora continua de tal forma que el plan de estudios

1. Incorpore constantemente en sus cursos los avances teóricos en las áreas de Probabilidad y Estadística y las áreas de concentración
2. Incorpore los avances metodológicos para el análisis e inferencia de datos desde las áreas de las Matemáticas, Estadística y Ciencias Computacionales.
3. Fortalezca cursos en colaboración con otras áreas de las matemáticas y de las ciencias computacionales obedeciendo al progreso de las líneas de investigación en las áreas de concentración
4. Incorpore temas en relación con otras áreas científicas e industriales que sean coyunturales en nuevas líneas de investigación y de aplicaciones en las áreas de concentración.
5. Atienda las necesidades y tendencias de los sectores academia, industria, gobierno, educación y sociedad en general.
6. Garantice la competencia y desempeño profesional del egresado en su trabajo colaborativo, tanto interdisciplinario como transdisciplinario.

La evaluación del plan de estudios se realizará con una **periodicidad de cinco años** justificada en un documento producido por los investigadores pertenecientes al área de Probabilidad y Estadística. Organizados en grupos de trabajo los miembros del área presentarán resúmenes de

- las recomendaciones de las evaluaciones del comité externo acreditador.

- análisis de tendencias de investigación y aplicaciones en las áreas de concentración,
- las evaluaciones a profesores en los últimos 3 años y
- la información de los egresados en mismo periodo, como
 - los tiempos para conseguir su primer empleo y en qué áreas de la industria y gobierno laboran,
 - las universidades y programas a los que ingresan como estudiantes de doctorado luego de la maestría o ya se encuentran trabajando como profesores,
 - encuestas focales a egresados.

y reunidos en el pleno se discutirá la información presentada y las propuestas a las modificaciones. Éstas finalmente se aprobarán en esta reunión y el coordinador, con ayuda del CAP, redactará el documento de autoevaluación.

Esta información se discutirá bajo el siguiente marco de referencia:

1. Contexto del Programa evaluado.
2. Planta Académica.
3. Plan de Estudios.
4. Alumnos.
5. Área y líneas de investigación.
6. Productividad científica y/o tecnológica de la planta académica.
7. Infraestructura de apoyo y física.
8. Vinculación e impacto en los sectores social y productivo.
9. Compromiso institucional.
10. Demanda del entorno.

Así como también por los criterios determinados por el propio Plan Estratégico de Desarrollo del CIMAT, contemplados en sus lineamientos de Fortalecimiento de la Enseñanza y su Programa de Planeación y Evaluación.

En reunión plenaria del área se votarán las actualizaciones derivadas de la discusión en el pleno y quedará asentado en el documento.



Dr. Victor Manuel Rivero Mercado
Director General

**NOMBRE Y CARGO DE LA PERSONA FACULTADA PARA
AUTORIZAR EL PLAN DE ESTUDIOS**

"MAPA CURRICULAR"

Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT AC

PLAN DE ESTUDIOS (MODALIDAD ESCOLARIZADA)

| Materias comunes | Áreas 1 y 5 | Áreas 2,3 y 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------|--|-----------|----------------------------|---|---------|-----|-------------|---------|------------------------|-----|--------------------------|--|--|----|-------|---|------|------------------|---------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|--|------------------------|--|--|----|----|---|------|-----------------|--|---|----------|--|------------|--|------------|--|--|----|----|---|------|-----------------|---------|---|-------------|---------|-------------|--|-------------------------|--|--|----|----|---|------|---|---------|---|-------------|---------|---|-------------|----------------------|--|--------------------------|--|--|--|----|----|---|------|----|----|---------|---|-------------|---------|---|-------------|-------------------------|--|---------------------------|--|--|--|----|----|---|------|----|----|--|---------|---|-------------|--|--|---------------------------|--|--|--|--|----|----|---|------|----|--|----|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #e0f0ff;">CICLO</th> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">PRIMER SEMESTRE</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23MES01</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">-</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23MES01</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Modelos Estocásticos I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Inferencia Estadística I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">SEGUNDO SEMESTRE</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23MES02</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">-</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23MOE01</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Modelos Estocásticos II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Modelos Estadísticos I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">TERCER SEMESTRE</td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;">-</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">Optativa</td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Optativa 1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Optativa 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">CUARTO SEMESTRE</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23CNS01</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">-</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #e0f0ff;">23STI01</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Consultoría</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Seminario de Titulación</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> </tr> </table> | CICLO | | | | | PRIMER SEMESTRE | 23MES01 | - | Obligatoria | 23MES01 | Modelos Estocásticos I | | Inferencia Estadística I | | | 48 | 96 | 9 | Aula | SEGUNDO SEMESTRE | 23MES02 | - | Obligatoria | 23MOE01 | Modelos Estocásticos II | | Modelos Estadísticos I | | | 48 | 96 | 9 | Aula | TERCER SEMESTRE | | - | Optativa | | Optativa 1 | | Optativa 2 | | | 48 | 96 | 9 | Aula | CUARTO SEMESTRE | 23CNS01 | - | Obligatoria | 23STI01 | Consultoría | | Seminario de Titulación | | | 48 | 96 | 9 | Aula | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">23MEI01</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">-</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">23EMA01</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">-</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Obligatoria</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Medida e Integración</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Estadística Matemática I</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">23PAV01</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">-</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">23IES02</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">-</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Obligatoria</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Probabilidad Avanzada I</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Inferencia Estadística II</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> </tr> </table> | 23MEI01 | - | Obligatoria | 23EMA01 | - | Obligatoria | Medida e Integración | | Estadística Matemática I | | | | 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | 96 | 23PAV01 | - | Obligatoria | 23IES02 | - | Obligatoria | Probabilidad Avanzada I | | Inferencia Estadística II | | | | 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | 96 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #ffe0e0;">23IES02</td> <td style="background-color: #ffe0e0;">-</td> <td style="background-color: #ffe0e0;">Obligatoria</td> <td style="background-color: #ffe0e0;"></td> <td style="background-color: #ffe0e0;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Inferencia Estadística II</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">Aula</td> <td style="text-align: center;">48</td> </tr> </table> | 23IES02 | - | Obligatoria | | | Inferencia Estadística II | | | | | 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HA</td><td style="text-align: right;">144</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HI</td><td style="text-align: right;">288</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">CR</td><td style="text-align: right;">27</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HA</td><td style="text-align: right;">144</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HI</td><td style="text-align: right;">288</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">CR</td><td style="text-align: right;">27</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HA</td><td style="text-align: right;">144</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HI</td><td style="text-align: right;">288</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">CR</td><td style="text-align: right;">27</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HA</td><td style="text-align: right;">144</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">HI</td><td style="text-align: right;">288</td></tr> <tr><td style="background-color: #e0ffe0;">CR</td><td style="text-align: right;">27</td></tr> </table> | HA | 144 | HI | 288 | CR | 27 | HA | 144 | HI | 288 | CR | 27 | HA | 144 | HI | 288 | CR | 27 | HA | 144 | HI | 288 | CR | 27 |
| CICLO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER SEMESTRE | 23MES01 | - | Obligatoria | 23MES01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Modelos Estocásticos I | | Inferencia Estadística I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48 | 96 | 9 | Aula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEGUNDO SEMESTRE | 23MES02 | - | Obligatoria | 23MOE01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Modelos Estocásticos II | | Modelos Estadísticos I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48 | 96 | 9 | Aula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TERCER SEMESTRE | | - | Optativa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Optativa 1 | | Optativa 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48 | 96 | 9 | Aula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUARTO SEMESTRE | 23CNS01 | - | Obligatoria | 23STI01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Consultoría | | Seminario de Titulación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48 | 96 | 9 | Aula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23MEI01 | - | Obligatoria | 23EMA01 | - | Obligatoria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medida e Integración | | Estadística Matemática I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23PAV01 | - | Obligatoria | 23IES02 | - | Obligatoria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Probabilidad Avanzada I | | Inferencia Estadística II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23IES02 | - | Obligatoria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inferencia Estadística II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 96 | 9 | Aula | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HA | 144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 288 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HA | 144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 288 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HA | 144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 288 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HA | 144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 288 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #e0f0ff;">CLAVE</th> <th style="background-color: #e0f0ff;">SITUACIÓN</th> <th style="background-color: #e0f0ff;">TIPO DE ASIGNATURA</th> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> FORMAS DE LA ANÁLISIS DE LA OFERTA DE APRENDIZAJE </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> </tr> </table> | | | CLAVE | SITUACIÓN | TIPO DE ASIGNATURA | FORMAS DE LA ANÁLISIS DE LA OFERTA DE APRENDIZAJE | | | | | | | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">ÁREAS</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f0ff;"></td> <td style="background-color: #e0f0ff;">Todas las áreas</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;"></td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Áreas 1 y 5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffe0e0;"></td> <td style="background-color: #ffe0e0;">Áreas 2,3 y 4</td> </tr> </table> | | ÁREAS | | | Todas las áreas | | Áreas 1 y 5 | | Áreas 2,3 y 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | SITUACIÓN | TIPO DE ASIGNATURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FORMAS DE LA ANÁLISIS DE LA OFERTA DE APRENDIZAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Todas las áreas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Áreas 1 y 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Áreas 2,3 y 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="font-size: small;"> HERRAMIENTA OPERACIONAL DE UN SCHEMMA HORAS INDEPENDIENTES </p> | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">HA</td> <td style="text-align: right;">576</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">HI</td> <td style="text-align: right;">1152</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">CR</td> <td style="text-align: right;">108</td> </tr> </table> | | TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS | | HA | 576 | HI | 1152 | CR | 108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HA | 576 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 1152 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | 108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



"MAPA CURRICULAR"

| ASIGNATURAS OPTATIVAS | | | | | | | |
|-----------------------|---|---------|-----------|---------------|----------------|----------|---------------|
| CICLO | ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE | CLAVE | SERIACIÓN | HORAS | | CRÉDITOS | INSTALACIONES |
| | | | | CON ACADÉMICO | INDEPENDIENTES | | |
| 3 o 4 | Cálculo Estocástico | 23CES01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Cómputo Científico para Probabilidad, Estadística y Ciencia de Datos | 23CCD01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Confiabilidad | 23CON01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Control Estadístico de Procesos | 23CEP01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Estadística Bayesiana | 23EBA01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Estadística Espacial | 23EES01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas y sus Aplicaciones | 23EDE01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Matrices Aleatorias y Probabilidad Libre | 23MAP01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Procesos Estocásticos I | 23PES01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Series de Tiempo | 23STI01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Cómputo Estadístico I | 23SCE01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Cómputo Estadístico II | 23SCE02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Cómputo Estadístico III | 23SCE03 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Cómputo Estadístico IV | 23SCE04 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Finanzas II | 23SFI02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Matemáticas I | 23SMA01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Matemáticas II | 23SMA02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Modelos Estadísticos I | 23SME01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Modelos Estadísticos II | 23SME02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Modelos Estadísticos III | 23SME03 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Modelos Estadísticos IV | 23SME04 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Probabilidad I | 23SPR01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Probabilidad II | 23SPR02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Probabilidad III | 23SPR03 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 o 4 | Temas Selectos de Probabilidad IV | 23SPR04 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |

| | | | | | | | |
|-------|--|---------|---|----|----|---|------|
| 3 0 4 | Temas Selectos de Regresión No Paramétrica | 23SRN01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Temas Selectos de Teoría Estadística I | 23TSE01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Temas Selectos de Teoría Estadística II | 23TSE02 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Temas Selectos de Teoría Estadística III | 23TSE03 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Temas Selectos de Teoría Estadística IV | 23TSE04 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Teoría de Riesgos | 23TRI01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |
| 3 0 4 | Teoría de Valores Extremos | 23TVE01 | - | 48 | 96 | 9 | Aula |

| REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LAS ASIGNATURAS OPTATIVAS | |
|--|-----|
| HORAS BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO | 192 |
| CRÉDITOS | 36 |

| TOTAL DE ASIGNATURAS QUE INTEGRAN EL PLAN DE ESTUDIOS | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|----------|
| TIPO DE ASIGNATURA | HORAS BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO | HORAS INDEPENDIENTES | CRÉDITOS |
| OBLIGATORIAS | 384 | 768 | 72 |
| OPTATIVAS | 192 | 384 | 36 |
| SUMAS TOTALES | 576 | 1152 | 108 |

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelos Estocásticos I

SEMESTRE 1

CICLO ESCOLAR

23MES01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Los objetivos específicos del curso son que el alumno

- Se familiarice con las herramientas básicas de probabilidad y su utilidad en la modelación estocástica.
- Conozca los modelos fundamentales de procesos estocásticos discretos y continuos.
- Adquiera intuición sobre los modelos estudiados, así como habilidad para hacer simulaciones utilizando herramientas informáticas.
- Hacer uso de la inferencia estadística para obtener información de los modelos estudiados, en los temas que así lo permitan.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. Nociones de probabilidad fundamentales.

- A. Espacio muestral y eventos, probabilidades definidas sobre eventos, probabilidad condicional, eventos independientes, Fórmula de Bayes.
- B. Variables aleatorias discretas, principales distribuciones y su génesis.
- C. Variables aleatorias continuas, principales distribuciones y su génesis.

- D. Esperanza de variables aleatorias.
- E. Funciones generadoras de probabilidad y de momentos.
- F. Distribuciones de probabilidad conjuntas.
- G. Variables aleatorias independientes.
- H. Simulación de variables aleatorias usando el método de la función de distribución inversa y el método del rechazo.
- I. Probabilidad y esperanza condicionales. Caso discreto, caso continuo, cálculo de esperanzas y probabilidades usando condicionamiento.

II. Cadenas de Markov.

- A. Probabilidades y Matrices de Transición.
- B. Ecuación de Chapman-Kolmogorov.
- C. Clasificación de los estados, estados recurrentes y transitorios, descomposición del espacio de estados, cadenas irreducibles.
- D. Estudio de las transiciones iniciales.
- E. Ejemplos Importantes: caminatas aleatorias, caminatas aleatorias en gráficas, ruina de un jugador, modelo de Ehrenfest, modelo de inventario, modelo de Wright-Fisher, proceso de Bernoulli, procesos de ramificación, cadenas de nacimiento y muerte, sistemas de espera.
- F. Simulación de Cadenas de Markov.

III. Propiedades Asintóticas de Cadenas de Markov.

- A. Cadenas regulares, comportamiento asintótico.
- B. Inferencia estadística para cadenas de Markov finitas.
- C. Distribuciones estacionarias.
- D. Visitas a un estado recurrente, tiempo medio de regreso.
- E. Estados recurrentes nulos y positivos.
- F. Existencia y unicidad de distribuciones estacionarias.
- G. Cadenas reducibles.
- H. Convergencia a la distribución estacionaria y Teorema Ergódico.
- I. Reversibilidad.
- J. Estimación de la ley estacionaria y del tiempo de ocupación por medio de simulaciones. Algoritmo de Metrópolis. En particular, a estimar la probabilidad de extinción y a la media de la población en un proceso de ramificación.
- K. Inferencia estadística para cadenas de Markov

IV. Procesos de Poisson.

- A. Distribución Exponencial. Distribución Gamma. Distribución de Poisson, Ley de eventos raros
- B. Proceso de Poisson en \mathbb{R} .
- C. Proceso de Poisson en \mathbb{R}^d .
- D. Procesos de Poisson no homogéneos.

- E. Superposición, descomposición y otras transformaciones de Procesos de Poisson.
- F. Estadísticas de orden.
- G. Simulación.
- H. Inferencia estadística para procesos de Poisson homogéneos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ishwar V. Basawa; B.L.S. Prakasa Rao: Statistical inference for stochastic processes, London: Academic Press, Probability and Mathematical Statistics 1980
2. Bhat, U.Narayan, Gregory K. Miller, Elements Of Applied Stochastic Processes, New York : J. Wiley
3. M. E. Caballero, V. Rivero, G. Uribe, C. Velarde., Cadenas de Markov. Un enfoque elemental. Aportaciones Matemáticas: Textos # 29, Sociedad Matemática Mexicana, 2004.
4. R. Durrett: Essentials of Stochastic Processes. Springer (1999).
5. W. Feller: An introduction to probability theory and its applications, Vol. II, 1965.
6. G. R. Grimett & D.R. Stirzaker. Probability and Random Processes. 2nd . Ed. Oxford, 1992
7. P.G. Hoel, Port, S.C. & Stone, Ch. J. Introduction to stochastic processes. Houghton Mifflin, 1972.
8. D. Kannan. An Introduction to stochastic processes. North Holland, 1979.
9. S. Karlin & Taylor, H.M. A first course in stochastic processes (Second Edition). Academic Press, 1975.
10. G. F. Lawler: Introduction to stochastic processes. Chapman & Hall, Probability Series 2000.
11. J. Norris: Markov Chains. Cambridge University Press 1997.
12. S.I. Resnick. Adventures in stochastic processes. Birkhäuser 1992.
13. S. M. Ross. Introduction to probability models. Academic Press 1997.
14. S. M. Ross. Simulation, Academic Press; 3rd edition (2001).
15. D. Stirzaker. Stochastic processes and Models, Oxford University Press (2005).

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------|-----|
| Tareas | 40% |
| 4 Exámenes | 60% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Inferencia Estadística I

SEMESTRE 1

CICLO ESCOLAR

23IES01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Que el alumno

- adquiera cultura general sobre los procesos inductivos-deductivos y conceptos básicos de la Inferencia Estadística. Que desarrolle una actitud crítica y que sepa aplicar lo aprendido en ejemplos de las ciencias naturales y experimentales,
- conozca las herramientas principales de inferencia y que distinga la situación en las que cada una de ellas son más adecuadas a realizar.
- desarrolle habilidades computacionales para implementar las herramientas aprendidas, habilidades de redacción para explicar clara y eficientemente los temas de trabajo asignados y que aprenda a realizar presentaciones concisas y bien estructuradas.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción a la inferencia estadística (12 sesiones)**
 - A. Objetivo de la modelación estadística
 - B. Modelos probabilísticos y estadísticos
 - C. Modelos no paramétricos
 - D. Modelos paramétricos y distribuciones más importantes
- II. Conceptos fundamentales de estimación estadística (16 sesiones)**
 - A. Estadística descriptiva
 - B. Estimación puntual

1. Estimadores de momentos y de mínima Ji-cuadrada
 2. Algunas propiedades de los estimadores puntuales
 3. Estimadores máximo verosímiles y propiedades
- C. Estimación por regiones
1. Intervalos de confianza
 2. Intervalos de verosimilitud
- D. Pruebas de significancia y de hipótesis
1. Ideas y conceptos básicos
 2. Pruebas de hipótesis
 3. Pruebas de hipótesis basadas en la verosimilitud
- III. Comparación de modelos estadísticos paramétricos (4 sesiones)**
- A. Pruebas de bondad de ajuste
 - B. Pruebas paramétricas
 - C. Pruebas no paramétricas
 - D. Pruebas basadas en la verosimilitud

BIBLIOGRAFÍA

1. Box, G. E. P. and Tiao, G. C. (2011). Bayesian Inference in Statistical Analysis. Wiley Classics Library. Wiley.
2. Casella, G. and Berger, R. L. (2021). Statistical Inference. Cengage Learning.
3. Cox, D. R. and Hinkley, D. V. (1979). Theoretical Statistics. Taylor & Francis.
4. Edwards, A. W. F. (1992). Likelihood. Johns Hopkins University Press.
5. Forbes, C., Evans, M., engs, N., and Peacock, B. (2010). Statistical Distributions. Wiley Series in Probability and Statistics - Applied Probability and Statistics Section Series. Wiley.
6. Hogg, R. V., McKean, J. W., and Craig, A. T. (2013). Introduction to Mathematical Statistics. Always learning.
7. Pearson. Johnson, R. A. and Bhattacharyya, G. K. (2019). Statistics: Principles and Methods. Wiley.
8. Kalbfleisch, J. G. (2011). Probability and Statistical Inference: Volume 2: Statistical Inference. Springer Texts in Statistics. Springer New York.
9. Kalbfleisch, J. G. (2012). Probability and Statistical Inference: Volume 1: Probability. Springer Texts in Statistics. Springer New York.
10. Mood, A. M. F., Graybill, F. A., and Boes, D. C. (1974). Introduction to the Theory of Statistics. McGrawHill international editions: Statistics series. McGraw-Hill.
11. Pawitan, Y. (2013). In All Likelihood: Statistical Modelling and Inference Using Likelihood. OUP Oxford.
12. Roussas, G. G. (1997). A Course in Mathematical Statistics. Elsevier Science.
13. Serfling, R. J. (2001). Approximation Theorems of Mathematical Statistics. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley.
14. Sprott, D. A. (2008). Statistical Inference in Science. Springer Series in Statistics. Springer New York.
15. Wasserman, L. (2013). All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. Springer Texts in Statistics. Springer New York.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO**

Clases con el profesor.
Participación en clase
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Presentaciones orales.
Lectura de artículos científicos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|----------------------|-----|
| Tareas | 0% |
| 2 Exámenes parciales | 50% |
| 1 Examen Final | 50% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Lenguaje de programación R.
Presentaciones orales con proyector y Power Point
Software para elaboración de reportes Latex o Word
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Medida e Integración

SEMESTRE 1

CICLO ESCOLAR

23MEI01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno se familiarizará con los conceptos y métodos fundamentales de la teoría de integración de Lebesgue en espacio medibles generales, así como sus aplicaciones en la teoría de probabilidades. Específicamente, el alumno aprenderá a aplicar los teoremas de convergencia de integrales: lema de Fatou, teorema de convergencia monótona y teorema de convergencia dominada de Lebesgue. También aprenderá a usar las desigualdades clásicas para integrales: desigualdad de Schwarz, de Hölder, de Minkovski, de Lyapunov, de Jensen y de Chebyshev. Manejará conceptos y herramientas como independencia, lemas de Borel-Cantelli, leyes 0-1, teoremas de Tonelli y Fubini, series aleatorias, lema de clases monótonas, lema de Dynkin.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Operaciones con conjuntos.**
 - A. Límites de conjuntos.
- II. Colecciones de conjuntos: álgebras, sigma-álgebra, clases monótonas, pi-sistemas.**
 - A. Conjuntos de Borel en \mathbb{R}^n .
- III. Espacios de Probabilidad.**
 - A. Medida de Lebesgue en el intervalo unitario.
 - B. Definición y propiedades de una medida de probabilidad.
 - C. Construcción, medida exterior y teorema de extensión de Carathéodory.
 - D. Medidas de Lebesgue-Stieltjes.

IV. Funciones medibles y variables aleatorias.

- A. Definiciones, convergencia y aproximación a través de funciones simples.
- B. Funciones medibles y continuas.
- C. Medidas de distribución.
- D. Funciones de distribución.

V. Independencia.

- A. Variables aleatorias independientes.
- B. Espacio producto.
- C. Existencia de variables aleatorias independientes.
- D. Leyes 0-1 y lema de Borel-Cantelli.

VI. Integración.

- A. Definición de integral y de esperanza.
- B. Propiedades fundamentales.
- C. Lema de Fatou y Teorema de Convergencia Dominada.
- D. Fórmula de cambio de variable.
- E. Integral de Lebesgue y su relación con la de Riemann.
- F. Teorema de Fubini.
- G. Convolución.
- H. Sumas de variables aleatorias independientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ash, R.B. (1972), Real Analysis and Probability, Academic Press.
2. Bartle, R. (1966), The Elements of Integration and Lebesgue Measure, Wiley.
3. Billingsley, P. (1979), Probability and Measure, Wiley.
4. Breiman, L. (1968), Probability, SIAM.
5. Chung, K.L. (1974), A Course in Probability Theory, Academic Press.
6. Kallenberg, O. (2002), Foundations of Modern Probability, Springer-Verlag.
7. Resnick, S.I. (2001), A Probability Path, Birkhauser.
8. Royden H.L. (1968), Real Analysis, Maxwell.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.

Lecturas de artículos y capítulos de libros.

Implementación de simulaciones.

Investigación de temas específicos.

Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------|-----|
| Ejercicios | 10% |
| Tareas | 30% |
| 3 Exámenes | 60% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.

Aula virtual.

Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Estadística Matemática I

SEMESTRE 1

CICLO ESCOLAR

23EMA01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

- Familiarizarse con conceptos y resultados de teoría de probabilidad de relevancia directa para la formulación de modelos estadísticos y la descripción de propiedades elementales de métodos estadísticos.
- Comprender la matemática de la estadística descriptiva a la luz de estos conceptos y resultados probabilísticos.
- Manejar herramientas matemáticas primarias y de simulación para inferencia estadística tanto paramétrica como no paramétrica.
- Adiestrarse en las propiedades primordiales del estimador de máxima verosimilitud, y otros resultados pertinentes para la inferencia estadística.
- Introducirse a las herramientas matemáticas del análisis estadístico en modelos multivariados, procesos estocásticos y datos de la modernidad.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. Preliminares

- A. Contexto del curso en el programa de maestría.
- B. Esperanza matemática, momentos y transformaciones de distribuciones.
- C. Convergencia en probabilidad y convergencia en distribución.
- D. Ley de grandes números, teorema del límite central, y método delta.
- E. La distribución normal multivariada.

II. Herramientas de estadística matemática para análisis de datos

- A. Modelos y estadística paramétrica vs no paramétrica.
- B. Nociones de inferencia: Estimación puntual y por intervalos.
- C. Función de distribución empírica y funcionales estadísticos.
- D. Momentos y transformadas empíricas.

- E. Cuantiles empíricos y funcionales de cuantiles.
- F. Estimación de densidades.
- G. Método de máxima verosimilitud. Teorema clásico del estimador MV.
- H. Bondad de ajuste, papel de probabilidad, gráficas Q-Q.
- I. Intervalos asintóticos por el método de Wald.
- J. Intervalos por el método de bootstrap.
- K. Introducción a la estadística robusta.

III. Modelos estadísticos multivariados

- A. Densidad conjunta, condicional y marginal, esperanza condicional.
- B. Introducción a la inferencia en procesos estocásticos.
- C. Distribuciones con génesis en la normal multivariada.
- D. Modelos multivariados y matriz de covarianza.
- E. Matrices aleatorias: aplicaciones a estadística.

IV. Análisis de datos en espacios de Hilbert

- A. Elementos aleatorios en espacios de Hilbert.
- B. Ley de grandes números y Teorema central del límite en espacios de Hilbert.
- C. Aplicaciones en estadística matemática.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bickel, P.J. and Doksum, K.A. (2015). Mathematical Statistics and Selected Topics, CRC Press.
2. Cramer, H. (1946). Mathematical Methods of Statistics, Princeton University Press.
3. Devore, J.L. and Berk, K. (2012). Modern Mathematical Statistics with Applications, Springer Texts in Statistics.
4. Hogg, V.R., McKean, J. and Craig, A. (2012). Introduction to Mathematical Statistics, Pearson Education Limited (7a Edición).
5. Rohatgi, V. (1976). An Introduction to Probability and Mathematical Statistics, Wiley.
6. Roussas, G.G. (1997). A Course in Mathematical Statistics, Academic Press.
7. Wasserman, L. (2004). All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference, Springer Texts in Statistics.
8. Wasserman, L. (2006). All of Nonparametric Statistics, Springer Texts in Statistics.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|---|-----|
| Participación en clase | 10% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |
| 1 Proyecto escrito y presentado en forma oral | 20% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelos Estocásticos II

SEMESTRE 2

CICLO ESCOLAR

23MES02

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Objetivos Generales

Que el alumno se familiarice con las herramientas básicas de probabilidad y su utilidad en la modelación estocástica. Introducir los modelos fundamentales de procesos estocásticos discretos y continuos. Adquirir intuición sobre los modelos estudiados, así como habilidad para hacer simulaciones utilizando herramientas informáticas. Hacer uso de la inferencia estadística para, en los temas que así lo permitan, obtener información de los modelos estudiados.

Objetivos específicos:

Estudiar las propiedades básicas de los procesos de renovación, de las cadenas de Markov a tiempo continuo, del movimiento browniano y, más generalmente, de las difusiones, así como entender su utilidad para modelar fenómenos que se observan de diversas disciplinas.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. **Cadenas de Markov con tiempo continuo** (12 de las 32 sesiones)
 - A. Procesos de nacimiento y muerte
 - B. Cadenas de Markov a tiempo continuo.
 - C. Funciones de transición.
 - D. Generador infinitesimal o Q matriz.
 - E. Ecuaciones "forward" y "backward" de Kolmogorov.

- F. Procesos de nacimiento y muerte.
 - G. Ejemplos importantes: Procesos de Poisson compuesto. Proceso de nacimiento y muerte con dos estados y en general. Procesos de Ramificación dependiente de la edad y con inmigración. Proceso de Yule, Proceso de Yule con inmigración. Modelo de Moran, Proceso de ramificación con crecimiento logístico. Sistemas de espera Markovianos $M/M/1$, $M/M/K$, $M/M/\infty$, $M/M/k/s$, fórmula de Little. Modelos de poblaciones con desastres.
 - H. Cadena de Markov subyacente.
 - I. Propiedades de un proceso Markoviano de saltos (irreducibilidad, transitoriedad, cero y positivo recurrente)
 - J. Existencia y unicidad de vectores invariantes.
 - K. Inferencia estadística para cadenas con tiempo continuo.
 - L. Comportamiento asintótico: límites de probabilidades de transición, teorema ergódico y aplicaciones.
 - M. Ecuaciones de balance detallado y reversibilidad.
 - N. Simulación de las trayectorias y aplicaciones del teorema ergódico.
 - O. Probabilidades invariantes de los ejemplos importantes
- II. **Procesos de Renovación** (10 de las 32 sesiones)
- A. Definición y propiedades básicas.
 - B. Relación de Wald.
 - C. Ecuación de renovación, existencia y unicidad de solución a la ecuación de renovación.
 - D. Comportamiento asintótico (Teorema elemental de renovación).
 - E. Distribuciones asociadas a un proceso de renovación (edad, tiempo de vida residual y tiempo de vida total del componente en funcionamiento)
 - F. Los teoremas de renovación de Blackwell y de Smith o teorema clave de renovación: tiempos de vida absolutamente continuos.
 - G. Distribuciones asintóticas del número de renovaciones, de la edad, tiempo de vida residual y tiempo de vida total del componente en funcionamiento.
 - H. Aproximaciones de la función de renovación.
 - I. Aplicaciones importantes: Modelos de reemplazos. Procesos de renovación dependientes de la edad.
 - J. Teoría de riesgo (problema de la ruina, estimación de Cramer) sistemas de espera.
 - K. Simulación.
- III. **Caminatas aleatorias y movimiento Browniano** (10 de las 32 sesiones)
- A. Caminatas aleatorias. Principio de reflexión, distribución del máximo, tiempos de llegada.

- B. De la caminata aleatoria al movimiento Browniano. Principio de invariancia, principio de reflexión, distribución del máximo, tiempos de llegada.
- C. Simulación de las trayectorias de un movimiento Browniano.
- D. Propiedades fundamentales del movimiento Browniano. Continuidad y diferenciabilidad en ninguna parte de las trayectorias.
- E. Propiedad de Markov. Salida de un intervalo.
- F. Movimiento Browniano con deriva.
- G. Puente Browniano y la estadística de Kolmogorov-Smirnov.
- H. Movimiento Browniano reflejado.
- I. Proceso de Ornstein-Uhlenbeck.
- J. Difusiones
- K. Speed measure y función de escala.
- L. Salida de un intervalo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Basawa, I.V. & Prakasa Rao, B.L.S. (1980). Statistical inference for stochastic processes, London: Academic Press.
2. Bhat, U.N. & Miller, G.K. (2002). Elements of applied stochastic processes, New York: J. Wiley.
3. Caballero, M.E., Rivero, V., Uribe, G. y Velarde, C. (2004). Cadenas de Markov. Un enfoque elemental. Aportaciones Matemáticas: Textos No. 29, Sociedad Matemática Mexicana.
4. Durrett, R. (1999). Essentials of stochastic processes. Springer.
5. Feller, W. (1965). An introduction to probability theory and its applications, Vol. II.
6. Grimmett, G.R. & Stirzaker, D.R. (1992). Probability and random processes. 2nd. Ed. Oxford.
7. Hoel, P.G., Port, S.C. & Stone, C.J. (1972). Introduction to stochastic processes. Houghton Mifflin
8. Kannan, D. (1979). An Introduction to stochastic processes. North Holland. (*)
9. Karlin, S. & Taylor, H.M. (1975). A first course in stochastic processes (2nd Edition). Academic Press.
10. Lawler, G.F. (2000). Introduction to stochastic processes. Chapman & Hall, Probability Series.
11. Norris, J. (1997). Markov chains. Cambridge University Press.
12. Resnick, S.I. (1992). Adventures in stochastic processes. Birkhauser.
13. Ross, S.M. (1997). Introduction to probability models. Academic Press.
14. Ross, S.M. (2006). Simulation. Academic Press; 4th edition.
15. Stirzaker, D. (2005). Stochastic processes and models, Oxford University Press.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------------------|-----|
| Tareas quincenales | 50% |
| Primer examen parcial | 10% |
| Segundo examen parcial | 10% |
| Examen final | 20% |
| Presentaciones finales | 10% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelos Estadísticos I

SEMESTRE 2

CICLO ESCOLAR

23MOE01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

1. Presentar los resultados básicos acerca del modelo de regresión lineal.
2. Discutir técnicas de diagnóstico y enfoques de análisis en caso de violaciones de supuestos.
3. Alternativas de modelación tales como: Regresión logística, Poisson, no lineal, no paramétrica.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. El modelo de regresión lineal**
 - A. Estructura del modelo.
 - B. Estimadores suficientes
 - C. Estimación vía mínimos cuadrados
 - D. Estimación máximo verosímil.
 - E. Intervalos y regiones de confianza.
 - F. Teorema de Gauss-Markov (BLUEs).
- II. Diagnóstico en modelos de regresión lineal**
 - A. Análisis de residuos. Residuos estandarizados. Análisis gráfico
 - B. Observaciones influyentes. Puntos palanca (diagonal de matriz de proyección). DFBETAS. D de Cook.
 - C. Factores de inflación de varianza. Detección de colinealidades.
- III. Alternativas ante violaciones de supuestos**
 - A. Colinealidad. Regresión ridge. Regresión en componentes principales.
 - B. Transformación de variables. Transformaciones estabilizadoras de varianza. Transformaciones de Box y Cox.

- C. Heterogeneidad de varianza y correlación. Mínimos cuadrados ponderados.
- D. Selección de variables. Criterios para la selección de subconjuntos. Métodos de selección por pasos (Stepwise).

IV. Modelos lineales generalizados

- A. Estructura de los modelos lineales generalizados. La familia exponencial. Funciones liga.
- B. Ajuste vía mínimos cuadrados ponderados iterativamente. Devianza.
- C. Casos específicos: Regresión logística, regresión Poisson.

V. Temas especiales

- A. Regresión no paramétrica.
- B. Regresión no lineal.
- C. Regresión robusta.
- D. Regresión en cuantiles.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rawlings, J.O., Pantula, S.G. & Dickey, D.A. (1998). Applied regression analysis: A research tool (2nd ed.) Springer.
2. McCullag, P., Nelder, J.A. (1989). Generalized linear models (2nd ed.). Chapman Hall.
3. Belsley, D.A., Kuh, E. & Welsch, R.E. (1980). Regression diagnostics. Wiley.
4. Carrol, R.J. & Ruppert, D. (1988). Transformations and weighting in regression. Chapman Hall.
5. Bates, D.M. & Watts, D.G. (1988). Nonlinear regression analysis and its applications. Wiley.
6. Hardle, W. (1990). Applied nonparametric regression. Cambridge.
7. Koenker, R. (2005). Quantile regression. Cambridge.
8. Christensen, R. (1996). Plane answers to complex questions: The theory of linear models. (2nd ed.) Springer.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.

Investigación de temas específicos.
Preparación de presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|----------------------------------|-----|
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |
| 1 Examen Final | 30% |
| Proyecto final y exposición oral | 10% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Probabilidad Avanzada I

SEMESTRE 2

CICLO ESCOLAR

23PAV01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno obtendrá los conocimientos básicos que le permitan orientarse en la mayoría las ramas de probabilidad que quisiera estudiar en profundidad, tanto teóricas como aplicadas. Se estudiarán los conceptos básicos de probabilidad como convergencia e de series aleatorias, probabilidad condicional abstracta y teoría de martingalas.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Repaso**
 - A. Espacios producto y medidas producto.
 - B. Teoremas de Tonelli y Fubini.
 - C. Fórmula de cambio de variables.
- II. Convergencia de variables aleatorias.**
 - A. Convergencia casi segura.
 - B. Convergencia en probabilidad.
 - C. Convergencia en L^p .
 - D. Relaciones entre los modos de convergencia.
- III. Convergencia de sumas de variables aleatorias.**
 - A. Convergencia de series aleatorias.
 - B. Leyes de grandes números.
 - C. Teorema de las tres series de Kolmogorov.
- IV. Convergencia en distribución.**
 - A. Definiciones básicas y el teorema de Skorohod.

- B. Teorema de Portmanteau.
- C. Compacidad de medidas de probabilidad.
- D. Integrabilidad uniforme.

V. Esperanza condicional y martingalas.

- A. Teorema de Radon-Nikodym.
- B. Descomposición de medidas.
- C. Probabilidad y esperanza condicionales.
- D. Martingalas-ejemplos y desigualdades.
- E. Tiempos de paro y teoremas de convergencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. R.B. Ash, Real analysis and probability. (1972), Academic press.
2. R. Bartle, The elements of integration and the Lebesgue measure.(1966), Wiley.
3. P. Billingsley, Probability and measure, (1979), Wiley.
4. K.L. Chung, A course in probability theory, (1974), Academic Press.
5. S.I. Resnick, A probability path, (2001), Birkhauser.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO**

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
INDEPENDIENTES**

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Investigación de temas específicos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|-----------------------------|-----|
| Participación en Ejercicios | 20% |
| Tareas | 40% |
| 3 Exámenes | 40% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Bibliotecas digitais.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Inferencia Estadística II

SEMESTRE 2

CICLO ESCOLAR

23IES02

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

1. Que el alumno conozca y maneje fundamentos sobre el razonamiento inductivo-deductivo involucrado en diversas teorías concernientes a pruebas de hipótesis estadísticas. En particular, que entienda la diferencia entre las situaciones que requieren probar hipótesis y otras donde se necesita estimar un modelo estadístico.
2. Que desarrolle una actitud crítica frente a la lectura de textos diversos sobre los temas cubiertos y que sepa identificar e implementar metodología en ejemplos prácticos, incluyendo pruebas de hipótesis en situaciones actuales de datos complejos.
3. Que conozca y ejerza métodos de cómputo para pruebas de hipótesis, incluyendo métodos contemporáneos computacionalmente intensivos.
4. Que el alumno adquiera cultura y la capacidad de comunicarse y discutir sobre conceptos básicos de pruebas de hipótesis que los usuarios de métodos estadísticos requieren.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. La modelación estadística**
 - A. Objetivos y etapas de la modelación estadística de fenómenos aleatorios naturales repetibles.
 - B. Especificación de modelos estadísticos y errores de especificación.
 - C. Papel de datos en inferencia deductiva e inductiva. Rol de pruebas de hipótesis en investigación científica.
- II. Hipótesis estadísticas**
 - A. Hipótesis como un modelo estadístico y su planteamiento.

- B. Objetivo de metodologías de pruebas de hipótesis y su contraste con problemas de estimación.
 - C. Hipótesis paramétricas. Hipótesis simples y compuestas.
 - D. Ejemplos: bondad de ajuste, homogeneidad, y otros.
- III. Pruebas de significancia**
- A. Pruebas de significancia en el contexto de ciencia.
 - B. Parámetros de interés y parámetros de estorbo.
 - C. El p -valor: Definición y análisis crítico.
- IV. Pruebas de hipótesis bajo el paradigma de Neyman-Pearson**
- A. Nociones básicas: hipótesis nula y alternativa, tipos de error, potencia y nivel de una prueba.
 - B. Pruebas uniformemente más potentes.
 - C. Pruebas de hipótesis múltiples, de unión-intersección y asintóticas.
 - D. Relación entre algunos intervalos de estimación con ciertas pruebas de hipótesis: El uso de cantidades pivotaes asintóticas. La estadística de razón de verosimilitud y la prueba de Wald.
 - E. Pruebas bootstrap.
 - F. Pruebas de hipótesis no-paramétricas.
- V. Estimación por separado de parámetros de interés en modelos estadísticos multiparamétricos**
- A. Parámetros ortogonales de un modelo estadístico.
 - B. Factorización de la probabilidad o densidad conjunta de la muestra con base en estadísticas suficientes minimales. La estadística de verosimilitud.
 - C. Factorización de la probabilidad o densidad conjunta de la muestra con base en estadísticas ancilares. El modelo de localización-escala y el caso normal.
 - D. Estructura de verosimilitud: verosimilitudes marginal, condicional, perfil.
 - E. Marginalización de una distribución conjunta posterior con el enfoque Bayesiano. Comentarios sobre la validez de este procedimiento.
- VI. Pruebas de hipótesis bayesianas**
- A. Introducción a la probabilidad condicional (subjativa). Paradigma Bayesiano y planteamiento axiomático. Probabilidad inicial y posterior. Conceptos básicos de inferencia paramétrica (distribuciones a priori, posterior, verosimilitud).
 - B. Pruebas de hipótesis (no nulas) vistas como un problema de decisión.
 - C. Hipótesis nulas desde el punto de vista Bayesiano.
 - D. Factores de Bayes.
 - E. Aspectos computacionales.
- VII. Discusión general y aplicaciones actuales de pruebas de hipótesis**
- A. Comparación y crítica de textos varios sobre enfoques de pruebas de hipótesis, analizando posiciones y discrepancias.
 - B. Ejemplos de conceptos de pruebas de hipótesis empleados en contextos modernos de análisis de datos: Datos masivos y datos complejos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sprott, D.A. (2000). Statistical Inference in Science. Springer-Verlag.

2. Kalbeisch, J.G. (1985). Probability and Statistical Inference. Vol. 2. Springer-Verlag.
3. Lehmann, E.L. (1994, Segunda Edición). Testing Statistical Hypotheses. Nueva York: Chapman & Hall.
4. Box, G.E.P. y Tiao, G. (1992). Bayesian Inference in Statistical Analysis. Nueva York, John Wiley.
5. Bhattacharyya, G.K. y Johnson, R.A. (1977). Statistical Concepts and Methods. Nueva York: John Wiley & Sons.
6. Wasserman, L. (2004). All of Statistics. A Concise Course in Statistical Inference. Nueva York: Springer-Verlag.

BIBLIOGRAFÍA SUPLEMENTARIA

1. Box, G.E.P. (1980). Sampling and Bayes' inference in scientific modelling and robustness. JRSS, Serie A, 143, No. 4, 383-430.
2. Box, G.E.P. y Tiao, G.C. (1992). Bayesian Inference in Statistical Analysis. Nueva York, John Wiley.
3. Casella, G. y Berger, R.L. (1990). Statistical Inference. Belmont: Duxbury Press.
4. Cox, D.R., and Hinkley, D.V. (1973). Theoretical Statistics, Chapman and Hall.
5. Edwards, A.W.F. (1992). Likelihood. Johns Hopkins.
6. Fisher, R.A. (1925). The Design of Experiments. Nueva York: Hafner Publishing Company.
7. Geisser, S. (2006). Modes of Parametric Statistical Inference, Wiley.
8. Hogg, R.V. y Craig, A.T. (1978). Introduction to Mathematical Statistics. Collier Macmillan International Editions.
9. Johnson, R.A. y Bhattacharyya, G.K. (2010, Sexta edición). Statistics, Principles and Methods. Hoboken: John Wiley & Sons.
10. Mood, A.M., Graybill, A.F. y Boes, D. (1974). Introduction to the Theory of Statistics. McGraw Hill.
11. Pawitan, Y. (2001). In All Likelihood. Statistical Modeling and Inference Using Likelihood. Oxford: Oxford Science Publications.
12. Piegorsch, W.W. y Bailer, A.J. (1997). Statistics for Environmental Biology and Toxicology. Londres: Chapman & Hall.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.

Lecturas complementarias a clase en capítulos de libros.

Investigación de temas específicos.

Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------|-----|
| Ejercicios | 30% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Asesorías y aula virtual.

Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Cálculo Estocástico

SEMESTRE 3

CICLO ESCOLAR

23CES01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El objetivo de este curso es estudiar el movimiento Browniano e introducir la teoría del cálculo de Itô para semi-martingalas continuas. El curso consistirá en cuatro partes, en la primera de ellas se construirá y estudiarán algunas propiedades fundamentales del movimiento Browniano. En particular, se verá que éste último es un proceso de Markov fuerte.

La segunda parte del curso consiste en el estudio de la teoría de martingalas, el cual es un tema fundamental para definir y estudiar a las martingalas locales y semi-martingalas continuas. La tercera parte concierne al cálculo de Itô, se definirá la integral estocástica, se estudiará la célebre fórmula de Itô, el teorema de representación de Lévy, el teorema de Dubins-Schwartz, la desigualdad de Burkholder-Davis-Gundis y el conocido teorema de Girsanov. Por último, vamos a estudiar de manera detallada la teoría de ecuaciones diferenciales estocásticas con coeficientes localmente Lipschitz.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Movimiento Browniano.** (6 sesiones)
 - A. Construcción del movimiento Browniano.
 - B. Regularización de trayectorias.
 - C. Proceso canónico y medida de Wiener.
 - D. Propiedad de Markov.
 - E. Propiedad de Markov fuerte.
 - F. Semigrupo del movimiento Browniano y otras propiedades.

- II. **Martingalas continuas.** (6 sesiones)
 - A. Tiempos de paro.
 - B. Martingalas a tiempo continuo.
 - C. Desigualdades maximales.
 - D. Regularidad y convergencia.
 - E. Teorema de Paro de Doob.
 - F. Aplicaciones al movimiento Browniano
- III. **Semimartingalas continuas.** (6 sesiones)
 - A. Procesos de variación finita.
 - B. Martingalas locales continuas.
 - C. Variación cuadrática de una martingala local continua.
 - D. Semimartingalas continuas
- IV. **Integral estocástica.** (10 sesiones)
 - A. Integral estocástica con respecto a una martingala.
 - B. Integral estocástica con respecto a una semimartingala continua.
 - C. Fórmula de Itô.
 - D. Semimartingalas exponenciales.
 - E. Caracterización de Lévy del movimiento Browniano.
 - F. Teorema de Dubins-Schwartz.
 - G. Desigualdades de Burkholder-Davis-Gundy.
 - H. Martingalas del movimiento Browniano.
 - I. Teorema de Girsanov.
- V. **Ecuaciones diferenciales estocásticas.** (4 sesiones)
 - A. Existencia y unicidad.
 - B. Coeficientes de Lipschitz.
 - C. Propiedad de Markov y difusiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Revuz, Daniel; Yor, Marc Continuous martingales and Brownian motion. Third edition.
2. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences], 293. Springer-Verlag, Berlin, 1999.
3. Karatzas, Ioannis; Shreve, Steven E. Brownian motion and stochastic calculus. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 113. Springer-Verlag, New York, 1991.
4. Le Gall, Jean-François Mouvement brownien, martingales et calcul stochastique. (French) [Brownian motion, martingales and stochastic calculus] Mathématiques & Applications (Berlin) [Mathematics & Applications], 71. Springer, Heidelberg, 2013.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.

Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|---------------|-----|
| Participación | 10% |
| Tareas | 40% |
| 2 Exámenes | 50% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Cómputo Científico para Probabilidad, Estadística y Ciencia de Datos

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23CCD01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Este es un curso donde se estudian resultados rigurosamente pero el énfasis es en que los estudiantes implementen algoritmos en la computadora, entiendan de primera mano las dificultades que esto conlleva, manejen y entiendan las herramientas de software disponibles y no vean a dichas herramientas de software solamente como cajas negras.

Se estudiará el lenguaje de programación Python, como herramienta de programación de Cómputo Científico.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción:** (2 clases, sesiones 1 y 2)
 - A. Motivación del curso, problemas de álgebra lineal numérica, optimización y simulación estocástica en Probabilidad y Estadística. Tipo de curso, lenguaje de programación a usar por cada alumno (1 clase).
 - B. Aritmética de punto flotante e implementación de algoritmos numéricos en la computadora. Tarea sin calificar: Simular de una normal de dimensión arbitraria y graficar una normal de dimensión 2 (1 clase).
- II. Álgebra lineal numérica:** (10 clases, sesiones 3-12)
 - A. Solución numérica de sistemas lineales de ecuaciones, Cholesky. Cap IV, sec. 20, 21 y 23 Trefethen. (3 clases)

- B. Factorización QR y mínimos cuadrados. Cap II, sec. 6, 7, 8 y 11 Trefethen. (2 clases)
 - C. Condicionamiento de matrices y estabilidad. Cap III, sec. 12 y 14 Trefethen. (2 clases)
 - D. Cálculo de Eigenvalores. Cap V Trefethen. (3 clases): Factorización de Schur, sec. 25, 26 y 27.
- III. Simulación estocástica:** (12 clases, sesiones 13-24)
- A. Generación de variables aleatorias I: (1 clase)
 - 1. Cómo generar físicamente variables aleatorias
 - 2. Números aleatorios vs. Pseudo-aleatorios.
 - 3. Números pseudo aleatorios y herramientas de software
 - 4. Distribuciones no uniformes por inversión y composición. Mencionar algoritmos ad hoc.
 - B. Generación de variables aleatorias II: (1 clase)
 - 1. Distribuciones discretas.
 - 2. Rejection sampling.
 - 3. Funciones de v.a.'s y mezclas de distribuciones.
 - C. Métodos de remuestreo. (2 clases)
 - D. Markov chain Monte Carlo. (8 clases)
- IV. Optimización Clásica usando derivadas:** (2 clases, sesiones 25-26)
- A. Optimización convexa, método de Newton, descenso de gradiente, y descenso de gradiente estocástico.
- V. Clasificación usando Deep Neural Networks:** (4 clases, sesiones 27, 28, 29, 30)
- A. Redes neuronales y redes convolucionales, y herramientas de Python (2 clases).
 - B. Redes adversarias y redes neuronales con datos desbalanceados (2 clases).
- VI. Temas selectos:** (2 clases, sesiones 29 y 30)
- A. Simulación de EDEs, Euler-Murayama.
 - B. Simulación en redes.
 - C. Simulación de particiones aleatorias.
 - D. Álgebra lineal en muy altas dimensiones.
 - E. Temas avanzados de MCMC.
 - F. Optimización: gradiente conjugado, métodos con y sin derivadas etc.
 - G. Otros según los intereses de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Trefethen, L.N. y David Bau III (1997), Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM.

2. Quarteroni, A.Q., R. Sacco y F. Saleri (2000), Numerical Mathematics; Springer; New York.
3. Christen, J. A. (2016), "Gibbs Sampling", Wiley StatsRef: Statistics Reference Online.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor: 15 semanas, dos sesiones por semana de 1h 30 min.
Ejercicios: Tareas cada semana, con programación de ejemplos y un reporte.
Exámenes: No hay exámenes, solamente las tareas y un proyecto final, que incluye exposición.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos para preparación del proyecto final.
Implementación de ejemplos y desarrollo de soluciones en el lenguaje Python.
Investigación de temas específicos para el proyecto final.
Presentaciones orales del proyecto final.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------------|-----|
| 11 Tareas | 90% |
| 0 Exámenes | 0% |
| 1 Proyecto final | 10% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Confiabilidad

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23CON01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Conocer los conceptos y modelos de confiabilidad, útiles en la mejora continua de los productos generados en procesos productivos, así como para la optimización del mantenimiento de equipos.

Aprender y aplicar técnicas para el análisis estadístico de datos de confiabilidad y supervivencia, que surgen en las áreas de desarrollo de productos y de mantenimiento de equipos.

Conocer y utilizar tecnologías de la información y software estadístico para resolver problemas de confiabilidad y análisis de supervivencia.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción** (1 sesión)
 - A. Elementos de confiabilidad y supervivencia
 - B. Datos de confiabilidad y supervivencia
 - C. Distribuciones de tiempos de vida
- II. Modelos de confiabilidad y supervivencia** (4 sesiones)
 - A. Distribuciones típicas de confiabilidad
 - B. Modelos no paramétricos
 - C. Modelos de confiabilidad
- III. Inferencia no paramétrica** (2 sesiones)
 - A. Estimador de Kaplan-Meier
 - B. Estimador de Nelson-Aalen
 - C. Comparación de funciones de confiabilidad

- IV. Inferencia en confiabilidad y supervivencia (7 sesiones)**
 - A. Cantidades de interés en confiabilidad
 - B. Estimación de máxima verosimilitud
 - C. Pruebas de hipótesis
 - D. Bondad de ajuste
- V. Modelos de regresión (6 sesiones)**
 - A. Pruebas de vida acelerada
 - B. Modelos de regresión de Cox
 - C. Diseño de pruebas aceleradas
- VI. Modelación y análisis de datos de degradación (6 sesiones)**
 - A. Modelos y métodos aproximados
 - B. Modelos lineales de efectos mixtos
 - C. Modelos no lineales de efectos mixtos
 - D. Análisis de datos de degradación
- VII. Confiabilidad de sistemas (6 sesiones)**
 - A. Modelos de sistemas de confiabilidad
 - B. Análisis cualitativo de sistemas
 - C. Sistemas de componentes independientes
 - D. Sistemas reparables

BIBLIOGRAFÍA

1. Cox, D. R. and Oakes, D. O. (1984). Analysis and Survival Data. Chapman and Hall.
2. Hoyland, A. and Rausand, M. (1994). System Reliability Theory: Models and Statistical Methods. John Wiley and Sons.
3. Lawless, J. F. (1982). Statistical Models and Methods for Lifetime Data Analysis. John Wiley and Sons.
4. Meeker, W. Q. and Escobar, L. A. (1998). Statistical Methods for Reliability Data. John Wiley and Sons.
5. Meeker, W. Q., Escobar, L. A., and Pascual, F. G. (2022). Statistical Methods for Reliability Data. John Wiley and Sons.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

El profesor expone la clase y los alumnos intervienen de manera proactiva haciendo comentarios sobre lo expuesto por el profesor.
El alumno sigue las recomendaciones y sugerencias que el profesor hace, para resolver los problemas que se plantean en clase.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.

Lecturas de artículos y capítulos de libros.

Implementación de simulaciones.

Solución de problemas de confiabilidad, utilizando software estadístico

Investigación de temas específicos.

Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|--------------|-----|
| Exposiciones | 30% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.

Los alumnos resolverán la parte computacional de las tareas, utilizando el lenguaje de cómputo estadístico R, de distribución gratuita.

Algunas sesiones del curso se hacen en línea.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Control Estadístico de Procesos

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23CEP01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Conocer los conceptos, modelos y métodos del Control Estadístico de Procesos, para poder desarrollar la habilidad necesaria para el monitoreo de procesos.
Conocer los fundamentos de las herramientas estadísticas básicas para el control estadístico de procesos.
Desarrollar la capacidad de aplicar las herramientas en la mejora continua de productos y procesos.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción** (1 sesión)
 - A. Medición del desempeño de una organización
 - B. Variabilidad y pensamiento estadístico
 - C. Seis Sigma
- II. Capacidad de procesos** (6 sesiones)
 - A. Capacidad de procesos con un enfoque descriptivo
 - B. Índices de capacidad de procesos con doble especificación
 - C. Capacidad de largo plazo e índices P_p y P_{pk}
 - D. Métricas de Seis Sigma
 - E. Procesos con solo una especificación
 - F. Estimación por intervalo de los índices de capacidad
 - G. Estudio real (integral) de capacidad
 - H. Estimación de los límites naturales de tolerancia de un proceso
- III. Estudios de repetibilidad y reproducibilidad** (4 sesiones)

- A. Calidad de mediciones
 - B. Estudios Largo y Corto de repetibilidad y reproducibilidad
 - C. Monitoreo del sistema de medición
 - D. Estudios R&R para atributos
- IV. Cartas de control para variables continuas (5 sesiones)**
- A. Causas comunes y especiales de variación
 - B. Cartas de control
 - C. Cartas $\bar{X} - S$
 - D. Interpretación de las cartas de control y causas de inestabilidad
 - E. Cartas de individuales
 - F. Cartas de pre-control
- V. Cartas de control para atributos (5 sesiones)**
- A. Cartas p y np (para defectuosos)
 - B. Cartas c y u (para defectos)
 - C. Implantación y operación de una carta de control
- VI. Otras cartas de control (4 sesiones)**
- A. Detección oportuna de cambios pequeños
 - B. Cartas CUSUM
 - C. Cartas EWMA
- VII. Muestreo de aceptación (7 sesiones)**
- A. Cuando aplicar muestreo de aceptación
 - B. Tipos de planes de muestreo
 - C. Formación del lote y selección de la muestra
 - D. Aspectos estadísticos: variabilidad y curva característica de operación
 - E. Diseño de un plan de muestreo simple con NCA y NCL específicos (Método de Cameron)
 - F. Military-Standard 105E
 - G. Planes de muestreo Dodge-Roming
 - H. Planes de muestreo PDDL (NCL y LTPD) con $c=0$
 - I. Muestreo de aceptación por variables (MIL STD 414)
 - J. Uso de software estadístico

BIBLIOGRAFÍA

1. Duncan, A. J. (1989). Control de Calidad y Estadística Industrial. Editorial AlfaOmega
2. Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2012). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. Mc Graw Hill.
3. Montgomery, D. C. Introduction to Statistical Quality Control. Fourth edition. John Wiley and Sons.
4. Quesenberry, C. P. (1998). SPC Methods for Quality Improvement. John Wiley and Sons.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

El profesor expone la clase y los alumnos intervienen de manera proactiva haciendo comentarios sobre lo expuesto por el profesor.
El alumno sigue las recomendaciones y sugerencias que el profesor hace, para resolver los problemas que se plantean en clase.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Solución de problemas de confiabilidad, utilizando software estadístico
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.
Visita a la industria, para conocer casos reales de aplicación del control estadístico de procesos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|--------------|-----|
| Exposiciones | 30% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Los alumnos resolverán la parte computacional de las tareas, utilizando software estadístico, así como también, el lenguaje de cómputo estadístico R, de distribución gratuita.
Algunas sesiones del curso se hacen en línea.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Estadística Bayesiana

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23EBA01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno al final del curso deber de ser capaz de

- Entender (hasta cierta extensión un artículo de investigación donde se use un método bayesiano,
- Leer la bibliografía respectiva,
- Continuar su formación para desarrollar temas de investigación (para tesis de maestría o doctorado) en el área de Estadística bayesiana.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción y ejemplos.**
- II. Fundamentos y axiomática.**
 - A. Preferencias entre eventos.
 - B. Axiomas.
 - C. Teoremas de Probabilidad.
 - D. Teoría de Utilidad.
- III. Inferencia bayesiana.**
 - A. Distribución Posterior.
 - B. Pruebas de hiptesis.
 - C. Predicción.

- D. Análisis conjugado.
- E. Estimadores, HPD's
- IV. Intercambiabilidad**
 - A. Independencia condicional e intercambiabilidad
 - B. Teorema de representación de de Finetti
- V. Teoría asintótica bayesiana**
- VI. Aproximaciones Numéricas (no MCMC)**
- VII. Análisis de Referencia**
 - A. Iniciales no informativas
 - B. Teora Berger y Bernardo.
- VIII. UQ bayesiana**
- IX. Temas selectos**

BIBLIOGRAFÍA

1. O. Berger (1985), ``Statistical Decision Theory: foundations, concepts and methods'', Second Edition, Springer-Verlag.
2. Bernardo, J. M. y Smith, A. F. M. (1994), ``Bayesian Theory'', Wiley: Chichester, UK.
3. H. DeGroot (1970), ``Optimal statistical decisions'', McGraw--Hill: NY, (para la parte de fundamentos).
4. C.P. Robert y G. Casella (1999), ``Monte Carlo Statistical Methods'', Springer: NY.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor: 15 semanas, dos sesiones por semana de 1h 30 min.
Ejercicios: dos tareas.
Exámenes: dos exámenes parciales y un proyecto final, que incluye exposición.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos para preparación del proyecto final.
Implementación de simulaciones para ejemplos de bayesiana no conjugada.
Investigación de temas específicos para el proyecto final.
Presentaciones oral del proyecto final.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------------|-----|
| 2 Tareas | 40% |
| 2 Exámenes | 40% |
| 1 Proyecto final | 20% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Estadística Espacial

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23EES01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno tendrá un panorama general de herramientas estadísticas y matemáticas para analizar datos asociados con ubicaciones espaciales. Entenderá algunos de los modelos más modernos en el área y comprenderá los supuestos sobre los que se construyen para saber qué herramientas tiene disponibles o puede extender dada una problemática particular. En el curso se introducen algunos modelos clásicos y otros de aproximaciones, al igual que otros modelos no considerados típicamente en cursos clásicos de la materia. A lo largo del curso se introducirá también el lenguaje y paquetes para los análisis y la visualización, al tiempo que se usan datos con aplicaciones diversas como en epidemiología, salud, biología y medio ambiente.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Introducción (2 sesiones)**
 - A. Tipo de datos
 - B. Variograma
 - C. Predicción lineal
- II. Campos aleatorios de Markov (4 sesiones)**
 - A. Introducción
 - B. Campos aleatorios gaussianos
 - C. Modelo autorregresivo condicional (CAR)
- III. Percolación (4 sesiones)**

- A. Percolación en Z^d
- B. Otras propiedades de la percolación
- C. Percolación en una red
- IV. Patrones de puntos espaciales (4 sesiones)**
 - A. Aleatoriedad espacial completa (CSR)
 - B. Función K, función L
 - C. Inferencia geoestadística bajo muestreo preferencial
- V. Modelos de espacio-tiempo con INLA (7 sesiones)**
 - A. Introducción al INLA
 - B. Computación bayesiana
 - C. Modelos jerárquicos bayesianos
 - D. Modelado Espacial
- VI. Método de Stein para distribuciones complejas (5 sesiones)**
 - A. Introducción
 - B. Aproximaciones normales
- VII. Redes Espaciales (6 sesiones)**
 - A. Introducción a Redes (Grafos)
 - B. Métodos computacionales para el análisis espacial de redes
 - C. Paseos aleatorios en las redes
 - D. Estructuras comunitarias y análisis espectral

BIBLIOGRAFÍA

1. Cressie, N. (2015). Statistics for spatial data. John Wiley & Sons.
2. Blanchard, P., & Volchenkov, D. (2008). Mathematical analysis of urban spatial networks. Springer Science & Business Media.
3. Blangiardo, M., & Cameletti, M. (2015). Spatial and spatio-temporal Bayesian models with R-INLA. John Wiley & Sons.
4. Gelfand, A. E., Diggle, P., Guttorp, P., & Fuentes, M. (2010). Handbook of spatial statistics. CRC press.
5. Rue, H., & Held, L. (2005). Gaussian Markov random fields: theory and applications. Chapman and Hall/CRC.
6. Schmidt, V. (2014). Stochastic geometry, spatial statistics and random fields. Berlin, Germany: Springer.
7. Stein, M. L. (1999). Interpolation of spatial data: some theory for kriging. Springer Science & Business Media.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.

Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Presentaciones orales.
Lectura de artículos científicos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------------|-----|
| Tareas | 40% |
| 1 Examen | 30% |
| 1 Proyecto Final | 30% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas y sus Aplicaciones

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23EDE01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno comprenderá la definición y propiedades de la integral estocástica de Itô respecto al proceso de Wiener de dimensión n , así como la definición de ecuación diferencial estocástica (EDE) y sus tipos de soluciones, además de teoremas de existencia y unicidad de soluciones de EDEs. Distinguirá entre diversas clases de EDEs: lineales, de Itô, de Stratonovich, y manejará métodos de análisis para investigar propiedades cualitativas de las soluciones: propiedad de Markov, propiedad de Martingala, cambio de variables. Conocerá las aplicaciones más conocidas de EDEs en finanzas, biología e ingeniería.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. La integral de Itô**
 - A. Definición de la integral estocástica.
 - B. Propiedades de la integral estocástica.
 - C. Fórmula de Itô.
 - D. Procesos de Itô.
 - E. Fórmula de Itô y procesos de Itô en varias dimensiones.
- II. Ecuaciones diferenciales estocásticas**
 - A. Definición de ecuación diferencial estocástica de Itô.
 - B. Exponenciales estocásticas y logaritmos.
 - C. Ecuaciones estocásticas lineales.
 - D. Propiedades de las soluciones.
 - E. Soluciones débiles y fuertes.
 - F. Cálculo de Stratonovich.

III. Procesos de difusión

- A. Definiciones
- B. Martingalas y fórmula de Dynkin.
- C. Tiempos de salida de intervalos.
- D. Recurrencia y transitoriedad.
- E. Distribuciones estacionarias.
- F. Ecuaciones estocásticas en varias dimensiones.

IV. Cambio de medida de probabilidad

- A. Cambios de medida en dimensión finita.
- B. Cambio de medida para procesos estocásticos.
- C. Cambio de medida de Wiener.
- D. Teorema de Girsanov.
- E. Cambio del término de deriva en difusiones.

V. Aplicaciones

- A. Aplicación en Finanzas. El modelo de Black-Scholes.
- B. Aplicación en Biología. Difusiones de Feller y de Wright-Fisher. Procesos de ramificación.
- C. Aplicación en Ingeniería. Filtraje. Filtro de Kalman-Bucy.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arnold. Stochastic Differential Equations, Theory and Applications. John Wiley & Sons 1974.
2. F.C. Klebaner. Introduction to Stochastic Calculus with Applications. Imperial College Press 2005.
3. Oksendal. Stochastic Differential Equations. Springer-Verlag 1995.
4. P. Protter. Stochastic Integration and Differential Equations. Springer-Verlag 1992.
5. L.C.G. Rogers y D. Williams. Diffusions, Markov processes, and Martingales, Volume 2. Ito Calculus. Wiley 1990.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.

Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|------------|-----|
| Ejercicios | 10% |
| Tareas | 30% |
| 3 Exámenes | 60% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Matrices Aleatorias y Probabilidad Libre

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23MAP01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

La finalidad de este curso es introducir al alumno a los temas básicos de Probabilidad Libre y sus aplicaciones en Matrices Aleatorias. Para esto se introducirá al alumno al marco general de Espacios de Probabilidad No Conmutativa. El enfoque que se dará al curso es combinatorio y algebraico con un poco de análisis complejo, por lo que sólo se usarán nociones básicas de teoría de operadores que serán introducidas en el curso.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Espacios de Probabilidad No Conmutativos (3 sesiones)**
 - A. Espacios de Probabilidad No Conmutativos
 - B. Distribución y distribución conjunta
- II. Nociones de Independencia (3 sesiones)**
 - A. Independencia Clásica, Libre, Booleana y Monótona
 - B. Axiomatización categórica.
 - C. Teoremas de Límite Central
- III. Realizaciones (4 sesiones)**
 - A. Grupos Libres
 - B. Productos de Gráficas
 - C. Introducción a Libertad Asintótica: Modelo de permutaciones.
- IV. Combinatoria de Particiones (4 sesiones)**
 - A. Combinatoria de Particiones
 - B. Álgebras de Incidencia

- C. Inversión de Möbius
- D. Las retículas de particiones y particiones que no se cruzan.
- V. Cumulantes (6 sesiones)**
 - A. Cumulantes univariados.
 - B. Teoremas de Límite Central con cumulantes.
 - C. Cumulantes Multivariados.
 - D. Fórmula de productos como argumentos.
 - E. Independencia y cumulantes.
- VI. Convoluciones (4 sesiones)**
 - A. Transformadas Analíticas: Transformada de Cauchy, Transformada R, etc,
 - B. Convolución Booleana y Monotona
 - C. Convolución Libre
- VII. Productos de Variables Aleatorias Libres (3 sesiones)**
 - A. Convolución multiplicativa libre.
 - B. Cumulantes de la convolución multiplicativa.
 - C. Compresión por una proyección libre
- VIII. Matrices Aleatorias (5 sesiones)**
 - A. Introducción a Matrices Aleatorias.
 - B. Ley de Semicírculo
 - C. Teorema de Marchenko Pastur
 - D. Libertad Asintótica.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Nica & R. Speicher. Lectures on the Combinatorics of Free Probability. Cambridge University Press
2. J. Mingo & R. Speicher. Free Probability and Random Matrices. Springer.
3. Tao, T. (2012). Topics in random matrix theory (Vol. 132). American Mathematical Soc.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.

Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|----------------|-----|
| Presentaciones | 20% |
| Tareas | 50% |
| 2 Exámenes | 30% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Procesos Estocásticos I

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23PES01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumnado fortalecerá conocimientos sobre la construcción y propiedades generales de los llamados **Procesos de Markov**, y estudiará otros ejemplos importantes para la modelación tales que las difusiones, los procesos de Lévy, los procesos de Feller, las difusiones y los procesos de Markov modulados.

Los procesos de Markov son los procesos estocásticos que tienen la propiedad de pérdida de memoria, en el sentido de que el futuro sólo depende del pasado por medio del presente, o equivalentemente, que cumplen la propiedad de que condicionalmente al presente el pasado y el futuro son independientes. Ejemplos de estos procesos estocásticos han sido estudiados en cursos previos, más específicamente las cadenas de Markov a tiempo y espacio de estados discreto, las cadenas de Markov a tiempo continuo y espacio de estados discreto, el proceso de Poisson simple y compuesto, y el Movimiento Browniano, son los principales modelos estudiados en los cursos Modelos estocásticos I y II, tienen en común ser procesos de Markov. Como el nombre lo indica, en esos cursos el énfasis se pone en los aspectos más relevantes para la modelación: génesis, propiedades básicas, herramientas estadísticas básicas para su aplicación, simulación, etc.. El curso Procesos de Markov tiene como principal objetivo estudiar tanto aspectos teóricos sobre su construcción y propiedades generales, como estudiar otros ejemplos importantes para la modelación tales que las difusiones, los procesos de Lévy y los procesos de Feller.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Generalidades sobre Procesos Estocásticos (4 sesiones)**
 - A. Cadenas de Markov
 - B. Teorema de Ionco-Tulcea
 - C. Teorema de Extensión de Kolmogorov
- II. Procesos y Medidas aleatorias de Poisson (5 sesiones)**
 - A. Propiedades de los procesos de Poisson
 - B. Martingalas asociadas a un proceso de Poisson
 - C. Medidas aleatorias de Poisson
 - D. Simulación de Medidas de Poisson
 - E. Procesos puntuales de Poisson
 - F. Subordinadores
- III. Procesos de Markov (7 sesiones)**
 - A. Semigrupos de transición
 - B. Construcción de Procesos de Markov
 - C. Procesos de Feller
 - D. Resolvente y generador infinitesimal
 - E. Teorema de Hille-Yosida
 - F. Subordinación
 - G. Cambios de tiempo
- IV. Procesos de Lévy* (7 sesiones)**
 - A. Construcción de Procesos de Lévy.
 - B. Procesos de Lévy como procesos de Markov.
 - C. Martingalas exponenciales y cambios de Medida.
 - D. Simulación de Procesos de Lévy
 - E. Cambios de tiempo
- V. Procesos de Markov Modulados y de Markov aditivos* (5 sesiones)**
- VI. Difusiones* (4 sesiones)**
 - A. Definición
 - B. Función de escala
 - C. Medida de Velocidad.

*Estos temas son muy bastos, por lo que la diversidad de temáticas se definirá en función del tiempo. Algunos de estos temas, y posiblemente otros no mencionados, serán cubiertos mediante exposiciones, mismas que se programarán a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asmussen, S. Applied Probability and Queues, second edition, 2003.
2. Bertoin, J. Lévy processes, Cambridge University Press ,1996.
3. Ethier, S. Kurtz, T. Markov Processes. Characterization and Convergence. Wiley, 1985.
4. Kingman, J.F.C. Poisson Processes. Oxford University Press, 1993.
5. Kyprianou, A. Introductory lectures on fluctuations of Lévy processes with applications, Springer 2006.
6. Kyprianou, A. Y Pardo, J. Stable Lévy processes via Lamperti's transformation, Cambridge University Press, 2022.
7. Liggett, T. Continuous time Markov Processes. AMS 2010
8. Neveu, Jacques, Bases mathématiques du calcul des probabilités. (French) Masson et Cie, Éditeurs, Paris 1964
9. Revuz, D. y Yor, M. Continuous Martingales and Brownian Motion. Springer 1998.
10. Resnick, Sidney I. Extreme values, regular variation, and point processes. Applied Probability. A Series of the Applied Probability Trust, 4. Springer-Verlag, New York, 1987.
11. Rogers, L.C.G. and Williams, D. Diffusions, Markov Processes and Martingales. Foundations. Cambridge University Press, 2000.
12. Tudor, C. Procesos Estocásticos. Sociedad Matemática Mexicana, tercera edición 2002.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lectura de capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|--------------|-----|
| Exposiciones | 10% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 60% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Asesorías
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Series de Tiempo

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23STI01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno estudiará las características fundamentales de las series temporales como preámbulo para discutir algunos de los modelos más importantes asociados con el estudio de datos en el tiempo, tanto univariadas como multivariadas, y sus implicaciones económicas, en finanzas, así como sus principales ventajas y limitaciones ante escenarios nuevos como son, alta dimensionalidad, frecuencias distintas de observación, datos faltantes, entre otras.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. **Conceptos generales** (8 sesiones)
 - A. Dependencias
 - B. Modelos de probabilidad
 1. Estacionariedad
 2. Ergodicidad
 3. Teorema Extensión de Kolmogorov
 - C. Resultados básicos de Análisis Matemático
 1. Series: Sumabilidad de Cesaro y Lema de Kronecker
 2. Teorema de Convergencia Monótona y Dominada
 - D. Órdenes en probabilidad
 - E. Modelos ARIMA
 1. Ecuaciones en diferencias y polinomio característico
 2. Invertibilidad, estacionariedad y causalidad
 - F. Descomposición de Wold y sus consecuencias.

- II. **Estimaciones Muestrales** (4 sesiones)
 - A. ACF y PACF muestral
 - B. Teoremas de Límite Central (TLC)
 - 1. TLC clásico
 - 2. TLC de Lindenberg
 - 3. TLC de Lyapunov
 - 4. TLC de Brown
 - C. Autocovarianzas
- III. **Estimación y predicción** (8 sesiones)
 - A. Ideas generales
 - B. Mínimos cuadrados
 - C. Estimación de un proceso AR(p) estacionario
 - D. Método de momentos: Ecuaciones de Yule-Walker
 - E. Máxima verosimilitud
 - F. Pronósticos
 - 1. Pronósticos con parámetros estimados
 - 2. Modelos lineales con errores correlacionados de series de tiempo
 - 3. Intervenciones, valores atípicos y modelos estructurales
 - G. Selección del orden del modelo
 - 1. Error final de predicción
 - 2. Criterio de Información de Akaike
- IV. **No-estacionariedad** (6 sesiones)
 - A. No-estacionariedad
 - B. Raíces unitarias
 - 1. Teorema de Donsker y Teorema del Mapeo Continuo
 - 2. Pruebas de raíces unitarias y sus distribuciones asintóticas
 - C. Introducción a los Modelos ARCH y GARCH
- V. **Modelos Multivariados: VAR** (6 sesiones)
 - A. Introducción a los modelos de series de tiempos multivariadas.
 - B. Modelos VAR
 - C. Cointegración
- VI. **Temáticas selectas** (dependiendo de los intereses y del tamaño del grupo) (30 minutos por presentación oral, por alumno en la semana de exámenes finales)
 - A. Modelos de Factores Dinámicos
 - B. Modelos ARCH, GARCH y otras extensiones
 - C. Métodos de Clusters para series de tiempo Cointegración no paramétrica
 - D. Nowcasting Datos funcionales
 - E. Machine Learning para series de tiempo

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, T. W. (2011). The statistical analysis of time series, volume 19. John Wiley & Sons.
2. Banerjee, A., Dolado, J., Galbraith, J., and Hendry, D. (1993). Cointegration, Error Correction and the Econometric Analysis of Non Stationary Data. Oxford University Press.
3. Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2009). Time series: theory and methods. Springer Science & Business Media.
4. Chan, N. H. (2004). Time series: applications to finance. John Wiley & Sons.
5. Fuller, W. A. (2009). Introduction to statistical time series. John Wiley & Sons.
6. Hamilton, J. D. (2020). Time series analysis. Princeton University Press.
7. Johansen, S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford University Press
8. Lütkepohl, H. (2005). New introduction to multiple time series analysis. Springer Science & Business Media.
9. Maddala, G. S. and Kim, I.-M. (1998). Unit roots, cointegration, and structural change. Cambridge University Press.
10. Shumway, R. H., Stoffer, D. S., and Stoffer, D. S. (2000). Time series analysis and its applications. Springer.
11. Tsay, R. S. (2005). Analysis of financial time series. John Wiley & Sons.
12. Wei, W. W. (2006). Time series analysis. In The Oxford Handbook of Quantitative Methods in Psychology: Vol. 2.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios con el asistente: Manual de práctica computacional para series de tiempo
Exámenes escritos

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.
Reporte in extenso de la presentación oral.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|--|-----|
| Participación en clase | 5% |
| Tareas | 50% |
| Examen escrito | 15% |
| Presentación oral y resumen in extenso | 30% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Teoría de Riesgos

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23TRI01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El objetivo del curso es proveer al estudiante de conceptos y métodos básicos de la teoría de riesgo que le permitan orientarse a ramas aplicadas de la matemática actuarial y financiera. Se estudiarán el proceso clásico de Cramer-Lundberg, en particular ecuaciones y asintóticas para la probabilidad de ruina. Se usará la teoría de martingalas y la teoría de fluctuaciones de caminatas aleatorias para aplicaciones al proceso de riesgo de renovación.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. Introducción

- A. Variables aleatorias, funciones de distribución y sus transformaciones.
- B. Familias parametrizadas y distribuciones.
- C. Distribuciones de cola ligera y de cola pesada.
- D. Procesos de Poisson.

II. Procesos de riesgo clásicos.

- A. El proceso clásico de Cramer-Lundberg.
- B. Ecuaciones integro-diferenciales para las probabilidades de ruina.
- C. Transformadas de Laplace y la fórmula de Pollaczek-Khinchin para la probabilidad de ruina.
- D. Cotas y aproximaciones de Cramer-Lundberg para procesos de riesgo con reclamos de cola ligera y cola pesada.
- E. Fórmulas para la severidad de la ruina.

III. Procesos de riesgo de renovación.

- A. Definición, ejemplos y teoremas sobre martingalas.
- B. Aplicaciones de las martingalas a procesos de renovación.
- C. Teoría de Wiener-Hopf para caminatas aleatorias y aplicaciones a procesos de riesgo de renovación.
- D. Teoría de Cramer-Lundberg para los procesos de renovación.

IV. Tipos de reaseguro y principios de cálculo de primas.

- A. El reaseguro y las probabilidades de ruina.
- B. El cálculo de primas bajo distintos reaseguros y comparaciones.
- C. La fórmula de Panjer y sus aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. T. Rolski, H. Schmidli, V. Schmidt y J. Teugels, Stochastic processes for insurance and Finance, (1999), Wiley.
2. Grandell, Aspects of risk theory, (1991), Springer.
3. W. Feller, An introduction to probability theory and its applications II, (1971), Wiley.
4. Bowers, H. Gerber, J. Hickmann, D. Jones y C. Nesbitt, Actuarial mathematics, (1997), Society of Actuaries.
5. R. B. Ash, Real analysis and probability, (1972), Academic Press.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios.
Exámenes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Investigación de temas específicos.
Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|--------------|-----|
| Exposiciones | 20% |
| Tareas | 20% |
| 3 Exámenes | 60% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Teoría de Valores Extremos

SEMESTRE 3, 4, Optativa

CICLO ESCOLAR

23TVE01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno entenderá las herramientas y fundamentos teóricos del análisis de datos utilizando la Teoría de Valores Extremos, a la vez que aplicará dicha teoría en problemas del mundo real, justificando debidamente el uso de los procedimientos estadísticos necesarios para dicha aplicación. Se abordarán temas básicos del caso de extremos univariados como convergencia en distribución, clasificación de funciones de distribución con base en sus colas, proporcionalidad asintótica de colas de distribuciones, definición y propiedades de las distribuciones de valores extremos, el Teorema de Fisher-Tippett y el Teorema de Pickands-Balkema-de Haan. Posteriormente se presenta una introducción al caso univariado bajo ciertas condiciones de dependencia en las variables aleatorias sobre las que se considera el máximo, para finalizar con una introducción a la Teoría de Cópulas y, en particular, las cópulas de valores extremos.

CONTENIDO TEMÁTICO

- I. Convergencia en distribución e introducción** (1 sesión)
- II. Clasificación de distribuciones según sus colas** (4 sesiones)
 - A. Distribuciones de cola ligera y cola pesada
 - B. Distribuciones subexponenciales
 - C. Distribuciones con cola larga
 - D. Distribuciones con colas de variación regular
- III. Teorema de Fisher-Tippett** (6 sesiones)
 - A. Teorema de convergencia de tipos
 - B. Distribuciones máx-estables y su relación con las distribuciones de extremos

- C. Enunciado y demostración del Teorema de Fisher-Tippett
- IV. Dominios de atracción maximales (6 sesiones)**
 - A. Aproximación Poisson
 - B. Dominio de atracción Fréchet
 - C. Dominio de atracción Weibull
 - D. Dominio de atracción Gumbel
- V. Función de exceso promedio (6 sesiones)**
 - A. Definición y ejemplos
 - B. Comportamiento límite
 - C. Aplicación para la detección del dominio de atracción de una base de datos
- VI. Extremos de sucesiones dependientes (3 sesiones)**
 - A. Condiciones D y D'
 - B. Aproximación Poisson
- VII. Cópulas de extremos (6 sesiones)**
 - A. Introducción a la Teoría de Cópulas
 - B. Definición y ejemplos de cópulas de extremos
 - C. Algunas medidas de dependencia basadas en cópulas

BIBLIOGRAFÍA

1. Bingham N.H., Goldie C.M., Teugels J.L. Regular Variation. Cambridge University Press, 1987.
2. Castillo E., Hadi A. S., Balakrishnan N., Sarabia J.M. Extreme value and related models with applications in engineering and science John Wiley & sons, 2005
3. de Haan L., Ferreira A. Extreme value theory: an introduction Springer, 2006
4. Embrechts P., Klüppelberg C., Mikosch T. Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer, 1997.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO

Clases con el profesor.
Ejercicios en el aula.
Exámenes.
Proyecto final.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Tareas.
Lecturas de artículos y capítulos de libros.
Implementación de simulaciones.
Análisis de bases de datos

Presentaciones orales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|----------------|-----|
| Proyecto final | 30% |
| Tareas | 30% |
| 2 Exámenes | 40% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial con TIC.
Aula virtual.
Asesorías y aula virtual.
Bibliotecas digitales.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Consultoría

SEMESTRE 4

CICLO ESCOLAR

23CNS01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

1. Obtener elementos para el trabajo interdisciplinario como consultor en estadística y procesos estocásticos.
2. Obtener experiencia práctica en el uso de teoría y metodología estadística en contextos realistas.
3. Desarrollar habilidades de comunicación verbal, escrita y no-verbal con investigadores en otras disciplinas u otros usuarios de estadística.
4. Desarrollar habilidades de creatividad, organización, y trabajo en equipo.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. Concepto de consultoría

- A. Definición de consultoría
- B. De la estadística aplicada a la consultoría
- C. Expectativas del cliente y del consultor
- D. Habilidades necesarias
- E. Cómo enseñar y aprender consultoría
- F. Presentación de experiencias

II. Habilidades generales

- A. El primer contacto con el cliente: objetivo y agenda
- B. Técnicas de interrogatorio
- C. Lenguaje no verbal y comunicación
- D. Elaboración de reportes
- E. Graficación efectiva

- F. Presupuestación
 - G. Seguimiento de proyectos
 - H. Planeación estratégica
 - I. Delegación y trabajo en equipo
- III. Comunicación y redacción**
- A. Elementos de comunicación
 - B. Elaboración de protocolos
 - C. Redacción de la tesis de maestría y borrador de tesis
 - D. Presentaciones y recursos visuales
 - E. Diseño de un póster científico
 - F. Discurso público
- IV. Habilidades técnicas**
- A. Selección de técnicas estadísticas
 - B. Elementos de modelación
 - C. Casos de estudio en probabilidad y estadística
- V. Hacia la estadística como profesión**
- A. Preparación para entrevistas
 - B. Preparación de un CV y una carta de exposición de motivos
 - C. Código de ética del estadístico

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, C. W. and Loynes, R. M. (1987). The Teaching of Practical Statistics. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley and Sons.
2. Boen, J. R. and Zahn, D. A. (1982). The Human Side of Statistical Consulting. Research Methods Series. Lifetime Learning Publications.
3. Cabrera, J. and McDougall, A. (2013). Statistical Consulting. Springer. New York.
4. Committee on Professional Ethics of the American Statistical Association (2022). Ethical Guidelines for Statistical Practice. <https://www.amstat.org/your-career/ethical-guidelines-for-statistical-practice>.
5. Derr, J. (2000). Statistical Consulting: A Guide to Effective Communication. Statistics Series. Duxbury Thomson Learning.
6. Hahn, G. and Doganaksoy, N. (2011). The Role of Statistics in Business and Industry. Wiley.
7. Hand, D. J. and Everitt, B. (1987). The Statistics Consultant in Action. Cambridge University Press.
8. Rustagi, J. S. and Wolfe, D. A. (2014). Teaching of Statistics and Statistical Consulting. Elsevier Science.
9. Sprent, P. (1970). Some Problems of Statistical Consultancy. MBRAPA-DMQ. Brasilia). Journal of the Royal Statistical Society, Series A.

Sesiones de exposición de temas en formato modular.
Actividades interactivas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE INDEPENDIENTES

Lecturas de materiales diversos.
Ejercicios diversos como tareas.
Trabajo en equipo.
Elaboración de reportes.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Asistencia y participación activa | 30% |
| Ejercicios de tarea | 70% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presencial.
Videoconferencia.
Proyección de videos.
Cómputo para análisis de datos.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Seminario de Titulación

SEMESTRE 4

CICLO ESCOLAR

23STI01

CLAVE DE LA ASIGNATURA

FINES DE APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Los principales objetivos del seminario son que el estudiante

1. Comprenda los objetivos de los documentos científicos como la propuesta de investigación, reportes de avances y tesis
2. Auxiliar al estudiante en la planeación, definición de objetivos y administración de tiempo para su investigación
3. Evaluar las propuestas de investigación en términos de pertinencia, relevancia y viabilidad.
4. Monitorear el avance de cada uno de los estudiantes que presentan a través de reportes o exposiciones, al tiempo que se le retroalimenta su tema, avances y habilidades de comunicación.
5. Identificar casos de poco progreso para discutir con el asesor.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. Presentación del curso

Se definen los objetivos, las actividades y las fechas para cada una de las actividades

II. Protocolo de investigación

Una vez que los estudiantes entregan su protocolo de investigación y hacen la presentación oral de su propuesta, ellos reciben comentarios al contenido y la calidad de su reporte en términos de redacción y eficiencia para describirla. Durante la presentación oral también se les da comentarios sobre la pertinencia y viabilidad de terminar en el cronograma que presentan. El comité

encargado del curso también retroalimenta con posibles alternativas de análisis que enriquezcan la investigación.

III. Primer reporte escrito

Durante sesiones los estudiantes reciben comentarios (y también por escrito) a la redacción y forma de sus reportes, así como al contenido y la calidad de su reporte en términos de redacción y eficiencia que incluyen su tema de investigación

IV. Presentación oral del reporte escrito

En esta actividad participa un comité de investigadores y los asesores de todos los estudiantes.

V. Presentaciones orales de subsecuentes reportes

VI. Entrega del primer borrador de la tesis

VII. Presentación de los resultados a través de una sesión de carteles científicos.

En esta actividad toda la comunidad del CIMAT es invitada para divulgar resultados finales, o casi finales, a los trabajos realizados durante casi todo el semestre.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
BAJO CONDUCCIÓN DE UN ACADÉMICO**

Sesiones de exposiciones de los proyectos de investigación
Sesiones de entrega de resultados y comentarios a avances de investigación
Sesión de carteles.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
INDEPENDIENTES**

Lecturas de material sobre la comunicación científica, oral y escrita.
Aprendizaje de software para la escritura de documentos científicos y de auxilio en las presentaciones audiovisuales y de carteles.
Elaboración de reportes, presentaciones y cartel.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Asistencia y participación | 10% |
| Reportes | 20% |
| Presentaciones | 20% |
| Cartel | 20% |
| Avance en su investigación de tesis | 30% |

MODALIDADES TECNOLÓGICAS E INFORMÁTICAS

Presentaciones con proyector
Reuniones por videoconferencia
Proyección de videos.
Bibliotecas digitales.