

1. Nombre del curso

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS AMBIENTALES Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Pertenece al plan de Estudios de la Maestría en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas

2. Docente responsable

Mg. Ing. Ftal. Gerardo Denegri, Ingeniero Senior. FC.AF - UNLP. Docente e investigador del Dpto. de Desarrollo Rural. UPID-PYDEF (LIMAD)

3. Fundamentación de la Propuesta

Este curso tiene como finalidad introducir al estudiante una visión sistémica de la cuenca hidrográfica a través del repaso y profundización de diferentes temas afines con la modelización matemática aplicada a la simulación y su relación con la estadística; visión que se relaciona con la formulación del trabajo de tesis. Se busca que el alumno, a partir de una situación problemática, puede traducirla a variables vinculadas a través de un esquema teórico, realizar una estrategia de búsqueda de datos, analizarlos estadísticamente y aportar soluciones a la cuestión. Se trabaja con distintos programas de computación de modo que los estudiantes dispongan de opciones para elegir.

4. Docentes Intervinientes

- Mg. Ing. Ftal. Gerardo Denegri, Ingeniero Senior. FC.AF - UNLP. Docente e investigador del Dpto. de Desarrollo Rural. UPID-PYDEF (LIMAD)
- Dr. Mg. Ing. Ftal. Manuel Cellini. Docente del Dpto. de Ciencias Exactas LISEA
- Dr. Fernando Archuby. Investigador. Adjunto CONICET

5. Objetivos

Profundizar en el conocimiento de las herramientas básicas de modelización y lograr capacidad crítica de las distintas herramientas para ser aplicada en problemas relacionados con el manejo de cuencas, a través de:

- Comprender que la cuenca es un sistema complejo socio- económico- natural.
- La aplicación del método científico mediante la modelización
- La utilización de programas de simulación y de estadística

-
- La aplicación de la inferencia estadística mediante programas específicos.
 - Desarrollar un primer esbozo de proyecto de tesis

6. Contenidos

a) Programa Analítico

- I- Introducción: Modelos: naturaleza, modelos de los sistemas, sus debilidades y fortalezas. Modelos matemáticos y estadísticos. Complejidad y ajuste. Complejidad y costo. Complejidad y practicidad. Importancia de la compatibilidad de los modelos. Uso de los modelos. Elaboración de modelos matemáticos. Los procedimientos de la modelización aplicada a la formulación del proyecto de tesis.
- II- Introducción a la Dinámica de sistemas: Definiciones, diagramas, modelos de simulación: el proceso de simulación: análisis del sistema, modelado, el entorno de simulación. Pensamiento sistémico. Modelación con metodología Forrester. Utilización de programas específicos.
- III- El territorio como sistema dinámico, Interpretación de la dinámica territorial desde un enfoque sistémico. Enfoque territorial, Desarrollo territorial rural, Desarrollo endógeno. Análisis territorial.
- IV- Conceptos generales del uso de la estadística para la contrastación de hipótesis en ciencias. Recolección de datos: Datos primarios y secundarios. Experimentos y muestreo; población y muestra. Tipos de variables. Estudios experimentales y comparativos. Relaciones entre el proceso hipotético deductivo y los modelos. Uso de modelos.
- V- Estadística descriptiva e inferencial: Probabilidad y variables aleatorias, distribución de probabilidad. Inferencia estadística. Errores tipo I y II. Pruebas de hipótesis de dos muestras, análisis de la varianza, análisis de frecuencias, métodos bivariados. Alternativas no paramétricas y paramétricas para cada caso. Uso del programa R.
- VI- Regresiones: Principios y Supuestos de los Mínimos cuadrados ordinarios. Violación de estos y sus correcciones. Selección de un modelo de regresión. Regresión lineal y no lineal. Aplicaciones.

b) Describa las actividades prácticas desarrolladas en la actividad curricular, indicando lugar donde se desarrollan, modalidad de supervisión y modalidades de evaluación

En cada clase se realiza un repaso teórico del tema, posteriormente se presenta una situación problema a través de consignas, lecturas de trabajos de investigación o problemas didácticos, que luego de resuelto los conceptos teóricos y metodológicos se llevan a programas para encontrar una

solución numérica. A modo de ejemplo, la práctica con el programa R se realiza a partir de rutinas auto reproducibles, de manera que los estudiantes puedan repetir los análisis por su cuenta. Los docentes supervisan y explican en forma personal las características de los programas y la forma básica de utilizarlos. Se discute en forma grupal los resultados obtenidos.

c) Bibliografía actualizada

Campos, & García, 2005. Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología

Crawley M 2007. *The R book*. Chichester: Wiley. 942 pp.

Hammer, Harper & Ryan, 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1),9–18

Haraldsson, 2008. Introduction to Systems and Causal Loop Diagrams. Chemical Engineering II

Haraldsson, 2004. Introduction to system thinking and causal loop diagrams Department of Chemical Engineering, Lund University

Jacovkis 2005. Computadoras, modelización matemática y ciencia experimental. Revista CTS, 5 vol. 2. 51-63

Legendre, & Legendre, 2012. *Numerical ecology. Developments in environmental modelling* (3rd ed., Vol. 24)

Pardos 2010. *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global* (Vol. 20). INIA

Pérez González & Jiménez. 2012. Dinámica territorial y economía social: una reflexión con especial referencia a Andalucía ante los cambios sociales. Revista De Estudios Empresariales. Segunda Época 1. The RBook.

R Core Team. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing

Rojas. 2015. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1)1-14

Rykiel. 1996. Testing ecological models: the meaning of validation. *Ecological Modelling* 90:229-244

Urzelai, Alberdi, García, Coloma, Herranz, Abajo& Aspuru. 2013. Modelización de un sistema territorial “urbano-rural” para la evaluación de su sostenibilidad. Aplicación a una zona represente. Catedra Unesco de Sostenibilidad. Univ. Politècnica de Catalunya

Wackerly, D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. 2008. *Mathematical Statistics with Applications*. Belmont, USA: Thomson Learning

Zar, 2010. *Biostatistical analysis* (5th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

7. Temas dictados por los docentes

Tema 1: Archuby, Cellini y Denegri: 4hs

Tema 2: Cellini y Denegri: 12hs

Tema 3: Denegri 8hs

Tema 4 y 5: Archuby 14hs

Tema 6: Cellini 8hs

8. Metodología

Modalidad	Teóricas	Prácticas	TOTAL (horas)
Presenciales	20	20	40
No presenciales		5	5
TOTAL	20	25	45

9. Evaluación, requisitos de aprobación y promoción

La evaluación consta de dos partes. En la primera se le asignan tareas prácticas domiciliarias que se resuelven en forma individual. Dichas tareas son subidas por los alumnos al "Aula Virtual" de la FCAyF UNLP (entorno virtual de aprendizaje realizado en Moodle).

Para determinados temas estudiados se le entregará trabajos científico- tecnológicos donde se apliquen al sistema agro-alimentario. Estos deberán ser expuestos al resto del alumnado, a través de una presentación de entre 10 y 20 minutos dependiendo del número de alumnos.

Para la evaluación se proponen dos instancias. la primera: evaluación continua, realizada a lo largo del curso basada en la corrección de las distintas tareas subidas al aula virtual complementada con algunos controles de lectura. La segunda está constituida por un examen integrador al final del curso, que se realiza en el aula virtual.

La nota final surge en un 60% de la evaluación continua y el 40% proviene del examen final integrador.