UNIVERSIDAD NACIONAL

*Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar*

Escuela de Ciencias Ambientales

Programa 2019

|  |  |
| --- | --- |
| Curso: | FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA |
| Código: | AME413 |
| Carrera: | **INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL** |
| Nivel: | III |
| Ciclo: | I, 2019 |
| Créditos: | 3 |
| Naturaleza:  Horas semanales: | **Teórico-Práctico**  **Teoría:**3 h  **Práctica:** 1 h  **Trabajo independiente:**1 h |
| Requisitos: | Fundamentos de Física Ambiental, Geología Ambiental y Suelos |
| Profesor: | Pablo Ramírez Granados |
| Horario de clases: | Martes 13:00 – 16:30, Aula 710 |
| Atención a  estudiantes: | Martes 17:00-18:00 Aula 710, Laboratorio de Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos, 3er Piso, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Correo electrónico: | [**pablo.ramirez.granados@una.cr**](mailto:pablo.ramirez.granados@una.cr) |
| Sitio web: | [**www.edeca.una.ac.cr**](http://www.edeca.una.ac.cr) |
| Eje temático: | Diseño de Procesos y Tecnologías Ambientales |
| Ejes curriculares: | Recursos y Economía Ambiental.  Tecnologías y Procesos Sostenibles |

## Introducción

El presente curso brinda al estudiante los conocimientos básicos para comprender los elementos del ciclo del agua, medirlos, calcularlos y establecer la relación entre ellos, con el propósito de cuantificar los recursos hídricos de una región o una cuenca hidrográfica. Adicionalmente permite al estudiante analizar, caracterizar y modelar los procesos relacionados con los flujos de agua, y su interacción con las actividades humanas.

Durante el curso, el estudiante desarrollará conocimientos sobre el funcionamiento hidrológico en los sistemas terrestres con ayuda de conceptos de la dinámica de fluidos y la hidráulica, con el fin de que sirva como base para la caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas. Mediante el análisis de datos, el estudiante aprenderá a modelar datos hidrológicos, integrarlos en un sistema de información geográfica y determinar los impactos ambientales de las actividades humanas sobre el recurso hídrico.

Una vez que el estudiante haya desarrollado los conocimientos sobre la hidrología estará en capacidad para desarrollar caracterizaciones hidrológicas básicas y la aplicación de ella en la gestión ambiental y en el manejo de recursos hídricos.

## Objetivo general

* Presentar los fundamentos de la hidrología y la hidráulica necesarios para el entendimiento del manejo de los recursos hídricos y las cuencas hidrográficas, así como su relación con la gestión ambiental.

## Objetivos específicos

* Presentar los principios de la morfometría y su importancia como herramienta de análisis de la cuenca hidrográfica a partir del modelado en sistemas de información geográfica y el análisis y construcción en hojas electrónicas.
* Presentar los principios de la dinámica de fluidos y la hidráulica fundamentales para el análisis hidrológico.
* Presentar los fundamentos de los procesos hidrológicos a partir del análisis de la información de campo, para luego modelarla mediante sistemas de información geográfica y métodos numéricos.
* Analizar los procesos hidrológicos involucrados en el manejo de cuencas y el manejo de recursos hídricos a partir del análisis de casos de estudio e investigaciones.

## Competencias a desarrollar

Parte de las competencias que se desarrollarán en este curso están vinculadas con la ocupación actual de la Gestión Ambiental, la cual, según la Dirección General del Servicio Civil está en la categoría de **Manejo y Conservación del Recurso Hídrico Nacional** (Resolución G-093-2010). Adicionalmente, en el sector no gubernamental, estas competencias se identifican con el quehacer de ASADAS. A nivel municipal, en los Departamentos de Gestión Ambiental. En las empresas privadas, relacionadas con estudios de impacto ambiental, monitoreo de recursos hídricos, explotación de recursos hidráulicas y manejo de cuencas. En lo correspondiente a trabajo independiente, en la asesoría en monitoreo de recursos hidráulicos, concesiones de agua, explotación de pozos, empresas hidroeléctricas privadas.

Las competencias a desarrollar serán:

* Capacidad de resolución cuantitativa utilizando datos de campo, laboratorio y de referencia a partir del uso de ecuaciones.
* Capacidad de análisis técnico y argumentación científica de los datos de campo, laboratorio y de referencia.
* Capacidad de comunicación en un lenguaje técnico y de comprender necesidades específicas en un área de conocimiento.
* Capacidad para el modelado de datos usando hojas electrónicas y programas de modelado matemático.

## Contenidos temáticos

1. **Introducción**

Ciclo hidrológico, procesos hidrológicos, distribución del agua en el espacio y el tiempo, balance hídrico, cuenca de captación.

1. **Morfometría**

Trazado de cuenca, drenajes y tipos, orden de drenajes, orden de corrientes, curva hipsométrica, coeficientes morfométricos, rectángulo equivalente, análisis morfométricos.

1. **Precipitación**

Agua atmosférica, tipos de precipitación, velocidad y tamaño de la gota de lluvia, datos de precipitación, curva de doble masa, lluvia zonal.

1. **Evaporación, intercepción y transpiración**

Términos básicos, evaporación desde superficies de agua abiertas, evapotranspiración desde la tierra, mediciones de campo.

1. **Dinámica de fluidos e hidráulica**

Conceptos fundamentales, peso específico y densidad, viscosidad. Presión hidrostática, presión en superficies, presión en superficies curvas, medición de la presión, flotabilidad. Movimiento del agua, tipos de flujo, carga de energía, leyes de conservación, medición del flujo.

1. **Escorrentía, caudales y relación lluvia-escorrentía**

Términos básicos, hidrodinámica, separación de eventos de flujo, escorrentía directa y separación de flujo base, lluvia efectiva, ecuaciones básicas, enrutamiento de flujo en río, enrutamiento flujo en reservorio.

1. **Infiltración**

Términos básicos, procesos de infiltración, estimación de la tasa de infiltración, mediciones de infiltración, propiedades hidráulicas de los suelos.

1. **Percolación**

Términos básicos, dinámica de fluidos en medios porosos, hidráulica de acuíferos, ecuaciones básicas de flujo, flujo constante, flujo transiente, modelado numérico.

## Metodología

Durante las clases magistrales, el profesor realizará una presentación teórica del tema junto con un conjunto de ejemplos prácticos de tipo cuantitativo con ayuda de diapositivas. La teoría incluye los aspectos más importantes, la cual le debe servir al estudiante de guía. Para temas de profundización de la materia, el estudiante debe consultar los libros disponibles en la biblioteca de la facultad indicados en las referencias del curso. Los ejemplos prácticos incluyen la resolución y explicación de ejercicios usando ecuaciones y análisis dimensional. En las sesiones de clase, se harán observaciones con casos de estudio y ejemplos reales en el ámbito profesional (consultorías, carteles de contratación). Para todas las sesiones el estudiante debe tener a mano calculadora, teléfono celular (con acceso a hojas electrónicas) o computadora portátil. Todas las sesiones incluyen el uso del laboratorio de computación para el desarrollo de competencias en el área de cálculo y modelado de datos.

Con respecto a la metodología esta contempla los siguientes aspectos:

1. **Exámenes:** Se realizarán 3 exámenes parciales para evaluar toda la información vista en clase en las sesiones presenciales. Estas pruebas son de carácter **individual**. Son de naturaleza teórica como práctica y serán efectuados de forma escrita.
2. **Tareas en hidrología e hidráulica:** Se realizarán 2 tareas prácticas para complementar los temas de hidrología e hidráulica vistos en clase. Cada tarea consiste en una guía de ejercicios que el estudiante deberá completar en una semana. La entrega se realiza en forma física (a mano o impresa). Las tareas serán entregadas en forma **grupal.**
3. **Métodos de análisis en hidrología e hidráulica:** Se realizarán 4 ejercicios los cuales consisten en la derivación y explicación de métodos usados en hidrología e hidráulica. Estos ejercicios buscan el aprendizaje a partir de la realización de ejercicios detalladamente resueltos. Estas pruebas son de carácter **individual**. Se usarán artículos seleccionados de las bases de datos de la UNA.

## Cronograma y planeamiento de actividades

| **Sem** | **Fecha** | **Tema** | **Actividades** | **Materiales de**  **Apoyo** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 13 feb | Introducción | Presentación del curso  Examen de  diagnóstico | Programa del curso |
| 2 | 20 feb | Morfometría | Ejercicios prácticos | Cap. 3. Hydrology: A Science of Nature |
| 3 | 27 feb | Ejercicios prácticos  Guía de ejercicios 1: Modelado morfométrico y geomorfométrico en SIG | Cap. 4. Stream Hydrology |
| 4 | 06 mar | Precipitación | Ejercicios prácticos | Cap. 4. Hydrology: A Science of Nature |
| 5 | 13 mar | Ejercicios prácticos  Guía de ejercicios 2: Precipitación zonal e interpolación | Cap. 2. Fundamentals of Hydrology |
| 6 | 20 mar | Dinámica de fluidos e hidráulica | Ejercicios prácticos | Cap. 2, 3, 4: Introduction to Hydraulics and Hydrology |
| 7 | 27 mar | **SEMANA SANTA**  **TAREA GRUPAL 1: MORFOMETRÍA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS** | | |
| 8 | 03 abr | **EXAMEN PARCIAL I: MORFOMETRÍA, PRECIPITACIÓN, DINÁMICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA** | | |
| 9 | 10 abr | Evapotranspiración | Ejercicios prácticos | Cap. 2. Fundamentals of Hydrology |
| 10 | 17 abr | Ejercicios prácticos | Cap. 4 Handbook of Hydrology |
| 11 | 24 abr | Escorrentía e  hidrodinámica | Guía de ejercicios 3: Modelado hidráulico | Cap. 5. Fundamentals of Hydrology  Cap. 8. Handbook of Hydrology  Cap. 9. Handbook of Hydrology |
| 12 | 01 may | **FERIADO: DÍA DEL TRABAJADOR** | | |
| 13 | 08 may | **FERIADO: TRASPASO DE PODERES**  **TAREA GRUPAL 2: BALANCE HÍDRICO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS** | | |
| 14 | 15 may | **EXAMEN PARCIAL II: EVAPOTRANSPIRACIÓN, ESCORRENTÍA** | | |
| 15 | 22 may | Infiltración | Ejercicios prácticos | Cap. 4. Fundamentals of Hydrology  Cap. 5 Handbook of Hydrology |
| 16 | 29 may | Percolación e  hidráulica de aguas subterráneas | Ejercicios prácticos | Cap 4. Modeling Groundwater Flow and  Contaminant Transport |
| 17 | 05 jun | Guía de ejercicios 4: Modelado numérico acuíferos | Cap. 6. Subsurface Hydrology  Cap. 6 Fundamentals of Hydrology |
| 18 | 12 jun | **EXAMEN PARCIAL III: INFILTRACIÓN Y PERCOLACIÓN** | | |
| 19 | 19 jun | **NOTAS ORDINARIAS** | | |
| 20 | 26 jun | **EXÁMENES EXTRAORDINARIOS Y NOTAS FINALES** | | |

## Estrategia de evaluación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Medio de evaluación** | **Porcentaje** | **Fecha de aplicación o entrega** | **Fecha de devolución** |
| 4 ejercicios resueltos en hidráulica e hidrología | **20%**  (5% cada uno) | 27 febrero  13 marzo  24 abril  05 junio | 06 marzo  20 marzo  15 mayo  12 junio |
| 2 tareas grupales en hidrología e hidráulica | **20%**  (10% cada una) | 27 marzo  08 mayo | 03 abril  15 mayo |
| 3 exámenes parciales | **60%**  (20% cada uno) | 03 abril  15 mayo  12 junio | 10 abril  22 mayo  19 junio |
|  | | | |

**Notas importantes:**

1. El artículo 11 del Reglamento General de Enseñanza y Aprendizaje, indica: “La obligatoriedad de asistencia presencial de los estudiantes a los cursos deberá estar indicada en el respectivo programa de curso, fundamentada en la naturaleza y enfoque metodológico del mismo y en concordancia con la normativa vigente”. Para efectos de este curso la asistencia a **TODAS** las clases presenciales programadas en el curso, son de carácter obligatorio. Con más **tres ausencias JUSTIFICADAS o INJUSTIFICADAS** se pierde automáticamente el curso sin importar el rendimiento que lleve el estudiante.
2. El estudiante debe llegar a clases en estado de conciencia apropiado, en caso de que el estudiante llegue en estado de drogadicción o ebriedad, la clase será suspendida para resguardar la integridad de los estudiantes.
3. Las regulaciones sobre plagios y otras situaciones relacionadas con la evaluación, estarán sujetas a lo establecido por las Normas de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje de la Universidad Nacional y por las directrices que establezca la Escuela de Ciencias Ambientales. Según el artículo 24 “Se considera **plagio** la reproducción parcial o total de documentos ajenos presentándolos como propios. En el caso que se compruebe el plagio por parte del estudiante, **perderá la totalidad de la evaluación de dicho rubro**. adicionalmente el profesor comunicará a la Dirección y Subdirección dicho accionar para establecer las medidas disciplinarias correspondientes.
4. Por tratarse de un curso de naturaleza teórico – práctica que desarrolla de manera progresiva habilidades, destrezas y aptitudes en los estudiantes durante todo el ciclo lectivo, y de acuerdo con el Artículo 31, del REGLAMENTO GENERAL SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL, se aplicará una prueba extraordinaria de naturaleza teórico-práctica. Dicha prueba extraordinaria involucrará todos los aspectos teóricos y prácticos vistos en el curso, así como el trabajo de campo.

## Bibliografía del curso (Disponible en Biblioteca FCTM)

1. Bear, J; Cheng, A. 2010. Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. Springer.
2. Davie, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Routledge.
3. Dingman, L. 2015. Physical hydrology. 3ra edición. Waveland.
4. Gordon, N. 2004. Stream hydrology: An introduction for ecologist. John Wiley & Sons.
5. Gribbin, J. 2014. Introduction to hydraulics and hydrology with applications for stormwater management. Cengage Learning.
6. Gupta, H; Rodda, J; Sorooshian, S. 1997. Land surface processes in hydrology: Trials and tribulations of modeling and measuring. Springer.
7. Karamouz, M; Akhbari, M. 2011. Groundwater hydrology: Engineering, planning and management. CRC Press.
8. Kresic, N. 2013. Hydrogeological conceptual site models: Data analysis and visualization. CRC Press.
9. Maidment, D. (ed) 1997. Handbook of hydrology. McGraw-Hill.
10. Meylan, P. 2012. Predictive hydrology: A frequency analysis approach. CRC Press.
11. Musi, A. 2011. Hydrology: A science of nature. Routledge.
12. Pinder, G; Celia, M. 2006. Subsurface hydrology. Wiley-Intersience.
13. Shaw, E; Bevenm K; Chappell, N; Lamb, R. 2011. Hydrology in practice. Spon Press.
14. Ward, A; Trimble, S; Burckhard, S; Lyon, J. 2016. Environmental hydrology. CRC Press.

|  |  |
| --- | --- |
| Revisado por: M.Sc.. Manfred Murrell Blanco | V° B° M.Sc..Sonia Arguedas Quirós |
| Coordinador Carrera Ingeniería  en Gestión Ambiental | Subdirector EDECA |
|  | Febrero, 2019 |