

MODELACIÓN AMBIENTAL

ICYA 3406

Programa del Curso

Primer Semestre de 2022

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML776, Tel: 3394949 Extensión 1731 – celular 3104764861

Horario Atención Estudiantes: Lunes 11:00 am -12:30 pm, Miércoles 10:00 am – 11:30 am.

la.camacho@uniandes.edu.co

Asistente graduado: Albert Mamani Larico a.mamani@uniandes.edu.co

Monitor del curso: Angie Tatiana Jiménez at.jimenez@uniandes.edu.co

Clase magistral: Lunes 8:00 a 9:15 am

Miércoles 8:00 a 9:15 am

Laboratorio Ambiental: Sección 1 Martes 2:00 a 3:15 pm; Sección 2 Jueves 2:00 a 3:15 pm

Objetivos y metas

Los estudiantes del curso se familiarizarán con ecuaciones, herramientas y métodos de modelación matemática de los procesos de transporte, cinética de reacciones, y transformaciones bioquímicas de determinantes convencionales de calidad del agua superficial y subterránea. Al final del curso los estudiantes podrán:

- Identificar, plantear, y resolver ecuaciones de conservación de la masa en reactores bien mezclados, ríos, y acuíferos utilizando métodos numéricos en Matlab o Excel y modelos existentes tales como QUAL2K.
- Analizar mediciones hidráulicas, de calidad del agua *in situ*, y muestras de agua y analizar datos de campo y laboratorio de determinantes convencionales en el marco de la legislación colombiana.
- Reconocer e identificar los conceptos físicos y bioquímicos que gobiernan el transporte y la cinética de reacciones de determinantes convencionales de calidad del agua.
- Implementar, calibrar y aplicar modelos matemáticos como herramientas de simulación, planificación, diseño, manejo y control ambiental.

Metodología

El curso se basará en explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas de las referencias y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales llevados a cabo en la clase magistral para ser finalizados en

la clase de laboratorio. Estos son ejercicios guiados que buscarán la familiarización del estudiante con el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos. El curso tendrá, si es posible, dos salidas de campo opcionales (no obligatorias) para la toma de datos utilizados en un laboratorio de transporte de solutos y en el proyecto del curso, en el cual se realizará un ejercicio completo de modelación de la calidad del agua utilizando datos reales de una corriente.

Referencias

- Chapra, S. C. (1997). Surface water quality modelling, Ed. McGraw-Hill, 1ª Ed., Nueva York
- Chapra, S.C. y Pellieter, G., (2003) Qual2k Documentation Manual, EPA.
- Martin, J., McCutcheon (1999) Hydrodynamics and transport for water quality modelling, Lewis, New York.
- Thibodeaux, L. J. (1996) Environmental chemodynamics, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York.
- James, A., (1993) An Introduction to water quality modelling, John Wiley & Sons, Chichester
- Kadlec, R. H., Knight, R. (1996) Treatment Wetlands, CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Ratón.
- Thomann, R. V. and Mueller, J. A. (1987). Principles of surface water quality modelling and control, Ed. Harper and Row, 1ª Ed., Nueva York.
- Levenspiel O. (1972) Chemical reaction engineering, 2a Ed., John Wiley & Sons, Nueva York
- Chapman, D. (1992). Water quality assessments, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Bartram, J., and Ballance, R. (1996). Water quality monitoring, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Rutherford, J. C. (1994). River mixing, Ed. John Wiley & Sons, Chichester
- Salazar, A. (1996). Contaminación de Recursos Hídricos – Modelos y Control, AINSA, 2a. Edición, Medellín
- Weiming W. (2008) Computational River Dynamics, Talor & Francis, London
- Zhen-Gang, J. (2008) Hydrodynamics and Water Quality, Wiley, New Jersey.
- Stull, R. B. (2000) Meteorology for Scientists and Engineers, Brooks/Cole, 2a. Edición, Estados Unidos
- Karamouz, M., Ahmadi, A., Akhbari, M., (2011) Groundwater Hydrology, Engineering, Planning and Management, CRC Press Taylor & Trancis Group, 1a. Edición, Boca Ratón.
- Benedini, M., Tsakiris, G., (2013) Water quality modelling for rivers and streams, Springer, Dordrecht
- Tchobanoglous, G., Schroeder E., D. (1987) Water quality – Characteristics, Modeling, Modification, Addison Wesley Longman, Reading

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE., e.g. Journal of Environmental Engineering, Earth System Sciences, Water Science and Technology, IAWQ, Environmental Fluid Mechanics (Springer), Environmental Modelling & Software (Elsevier).

Sistema de Evaluación

3 Exámenes parciales (17% cada uno):	51%
Laboratorios, ejercicios de clase, ensayos	23%
Proyecto del curso (tres entregas 21% y una sustentación 5%):	26%

Exámenes (51%): Los exámenes contendrán la evaluación de conceptos y el control de lecturas mediante preguntas de selección múltiple, y contendrán 1 ejercicio de planteamiento y/o implementación de modelos y su solución mediante un modelo en Matlab o Excel. Los exámenes se realizarán presencialmente o en la plataforma Bloque Neón de Brightspace de acuerdo a las instrucciones del profesor.

Laboratorios computacionales y ejercicios de clase (23%): El curso tendrá un componente importante de laboratorios computacionales y ejercicios individuales que se desarrollarán en clase y algunos de los cuales se finalizarán en el laboratorio computacional semanal y todos se entregarán a través de Bloque Neón (Brightspace). Después de la clase donde se desarrollan los laboratorios o ejercicios, o después de la fecha acordada de entrega, se recibirán máximo en la siguiente clase. Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc

Proyecto del curso (26%): se desarrollará en grupos de 7 estudiantes un proyecto de modelación de la calidad del agua de una corriente utilizando datos reales tomados campo. Se realizarán 2 entregas de informes parciales calificables (7% c.u./ 14% total), un informe final de ingeniería (7%) y una sustentación oral con el profesor y la co-evaluación (total 5%). Después de la fecha acordada se recibirán entregas de proyecto máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo, después de entregar el informe de ingeniería, una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona (no a todo el grupo). Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc

Control de ejercicios y lecturas: durante el desarrollo del curso se dejarán lecturas evaluables en los exámenes mediante preguntas abiertas o de selección múltiples

Material de clases: en Bloque Neón estarán disponibles las presentaciones de clase en formato pdf. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En Bloque Neón habrá material de soporte adicional.

Aproximación de notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales si tienen un porcentaje igual o mayor al 10% de la nota total deberán

ser entregadas a la secretaría del Departamento (Asistente Eliana Arévalo) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso será 3.0.

Metas ABET esperadas como parte del curso

En este curso se realiza seguimiento a las metas de aprendizaje establecidas para los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental. En particular, las metas que se evalúan semestralmente por parte del sistema de calidad académica del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes en este curso son:

- C1. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas
- C5. Habilidad para trabajar efectivamente en equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, generan un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean actividades y alcanzan objetivos

Otra habilidad esperada en el curso es la de programar las soluciones de los problemas utilizando Excel o Matlab.

Otra habilidad esperada en el curso es la de programar las soluciones de los problemas utilizando Excel o Matlab.

Protocolo MAAD: El miembro de la comunidad que sea sujeto, presencie o tenga conocimiento de una conducta de maltrato, acoso, amenaza, discriminación, violencia sexual o de género (MAAD) deberá poner el caso en conocimiento de la Universidad. Ello, con el propósito de que se puedan tomar acciones institucionales para darle manejo al caso, a la luz de lo previsto en el protocolo, velando por el bienestar de las personas afectadas.

Para poner en conocimiento el caso y recibir apoyo, usted puede contactar a:

1. Línea MAAD: lineamaad@uniandes.edu.co
2. Ombudsperson: ombudsperson@uniandes.edu.co
3. Decanatura de Estudiantes: Correo: centrodeapoyo@uniandes.edu.co
4. Red de Estudiantes:
- PACA (Pares de Acompañamiento contra el Acoso) paca@uniandes.edu.co -
5. Consejo Estudiantil Uniandino(CEU) comiteacosoceu@uniandes.edu.co

Ajustes Razonables

En este curso se tendrá en cuenta la política de ajustes razonables y la política de momentos difíciles para el semestre 2022 según la cual:

“Tomando en cuenta las circunstancias actuales y el que las actividades académicas serán presenciales, la política de ajustes razonables ya no tendrá en cuenta barreras de conectividad, así como tampoco

barreras a causa de dificultades de salud física o mental, personales o familiares relacionadas al Covid-19 o a la situación de confinamiento. Mayor información en este enlace:

<https://decanaturadeestudiantes.uniandes.edu.co/ajustes-razonables-y-politica-momentos-dificiles>

Cada profesor o profesora tendrá autonomía para tener en cuenta en sus cursos la política de momentos difíciles de acuerdo con la situación que presente el/la estudiante y la forma en cómo esta impacte su proyecto académico.” (Vicerrectoría Académica, enero 2022).

Si usted lo considera necesario o importante, siéntase en libertad de informarme a mí como su profesor lo antes posible si existe, o se presenta en el desarrollo del curso, alguna barrera o dificultad, y si requiere de algún tipo de ajuste razonable para estar en igualdad de condiciones con los y las demás estudiantes. En ese caso envíeme un correo a la.camacho@uniandes.edu.co ó por favor solicíteme una cita para reunirnos por una plataforma virtual.

MODELACIÓN AMBIENTAL - PROGRAMA DETALLADO CLASES MAGISTRALES						
Sem	Día	Fecha	Sesión	Tema	Observación	
1	Lunes	24-Jan	1	Introducción al curso. Problemática de la contaminación hídrica. Importancia y utilidad de modelos en ingeniería ambiental.	Lectura individual artículo 1	
	Miércoles	26-Jan	2	Introducción al marco de modelación. Protocolo de modelación	Lectura individual artículo 2	
2	Lunes	31-Jan	3	Fundamentos de modelación. Conservación de la masa. Introducción a la cinética de reacciones de orden n. Balance de masa en un reactor bien mezclado	Ejercicio 1	
	Miércoles	2-Feb	4	Soluciones ecuación diferencial de primer orden de un reactor bien mezclado. Métodos analíticos y numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta	Laboratorio 1	
3	Lunes	7-Feb	5	Modelación de mecanismos de transporte. Advección y difusión molecular y turbulenta. Dispersión longitudinal y transversal y longitud de mezcla en ríos	Ejercicio 2	
	Miércoles	9-Feb	6	Experimentos con trazadores y aforos en ríos. Análisis de datos, tiempo de viaje, de arribo, de pasaje, momentos temporales y su significado	Lectura individual artículo 3	
4	Lunes	14-Feb	7	Trazool y Ejercicios tiempo de viaje	Laboratorio 2	
	Miércoles	16-Feb	8	Modelo de advección – dispersión ADE 1D, 2D y 3D. Soluciones analíticas; Ejercicio ADE instantáneo	Ejercicio 3	
5	Lunes	21-Feb	9	Ejercicios de simulación de transporte de solutos en ríos Modelo ADE. Modelo de tiempos de viaje- Transporte de solutos - Soluciones numéricas	Laboratorio 3	
	Miércoles	23-Feb	10	Calibración de modelo ADE de transporte en ríos. Laboratorio 4 Lectura individual artículo 4	Laboratorio 4 Lectura individual artículo 4	
6	Lunes	28-Feb	11	Presentación Proyecto del curso. Preparación salida de campo	Lectura individual Protocolos, Normas	
	Miércoles	2-Mar	12	Examen Parcial 1 (17%) Clases 1 – 11	Parcial 1	
7	Lunes	7-Mar	13	Modelación de organismos patógenos en ríos y lagos. Tasa de decaimiento por temperatura, salinidad, radiación, sedimentación y re-suspensión	Ejercicio 5	
	Miércoles	9-Mar	14	Modelación de organismos patógenos	Laboratorio 5	
8	Lunes	14-Mar	15	Modelación de oxígeno disuelto en ríos y lagos. Saturación de oxígeno disuelto. Modelación de transferencia de gases, volatilización, re-aireación	Ejercicio 6	
	Miércoles	16-Mar	16	Modelación de materia orgánica; Demanda bioquímica de oxígeno DBO.	Ejercicio 7	
	Lunes	21-Mar	SEMANA DE RECESO			
	Miércoles	23-Mar				
9	Lunes	28-Mar	17	Modelación de condiciones anaerobias. Modelación de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos	Ejercicio 8	
	Miércoles	30-Mar	18	Modelación de fósforo. Modelación de Fuentes distribuidas: Fotosíntesis, respiración, y demanda béntica	Ejercicio 9 Entrega 1 Proyecto	
10	Lunes	4-Apr	19	Introducción Modelo Qual2Kw	Laboratorio 6	
	Miércoles	6-Apr	20	Problema de Eutrofización y nutrientes. Modelación del crecimiento de plantas e introducción a modelación de cadenas alimenticias.	Ejercicio 10	
	Lunes	11-Apr	SEMANA SANTA			
	Miércoles	13-Apr				
11	Lunes	18-Apr	21	Ejercicio de Simulación de la calidad del agua - Modelo Qual2Kw	Laboratorio 7	
	Miércoles	20-Apr	22	Examen Parcial 2 (17%) Clases 13 – 21		
12	Lunes	25-Apr	23	Ejercicio de Calibración de la calidad del agua - Modelo Qual2Kw	Laboratorio 8	
	Miércoles	27-Apr	24	Introducción aguas subterráneas, flujo no saturado, saturado y conceptos de contaminación de acuífero	Lectura individual Ensayo Fracking	
13	Lunes	2-May	25	Hidrología de aguas subterráneas. Ley de Darcy	Ejercicios 11, 12 y 13 Entrega 2 Proyecto	
	Miércoles	4-May	26	Ley de Darcy, suposiciones de Dupuit Forchheimer	Ejercicios 14 y 15	
14	Lunes	9-May	27	Ecuaciones de flujo aguas subterráneas. Hidráulica de pozos	Lectura individual. Aguas Subt. 1	
	Miércoles	11-May	28	Ejercicios de hidráulica de pozos	Laboratorio 9	
15	Lunes	16-May	29	Modelación del transporte de contaminantes disueltos. ADE con adsorción y reacción en medios porosos	Lectura individual. Aguas Subt. 2	
	Miércoles	18-May	30	Introducción modelos de aguas subterráneas	Laboratorio 10	
16	Lunes	23-May	31	Examen Parcial 3 (17%) Clases 23 – 30		
	Miércoles	25-May	32	Seguimiento y retroalimentación Proyecto	Entrega Final Proyecto y Sustentación Antes de Junio 3	
NO HABRÁ EXAMEN FINAL. Entrega de proyecto final y sustentaciones entre Mayo 20 y Junio 3 Para programar la sustentación por favor solicitar cita al profesor después de entregar el informe de ingeniería del proyecto final del curso.						