



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
PROYECTO CURRICULAR: INGENIERÍA SANITARIA

SYLLABUS

NOMBRE DEL DOCENTE:

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):

MODELACION SANITARIA

Obligatorio ( X ) : Básico ( X ) Complementario ( )

Electivo ( ) : Intrínsecas ( ) Extrínsecas ( )

CÓDIGO:

NUMERO DE ESTUDIANTES:

GRUPO:

NÚMERO DE CREDITOS: 2

TIPO DE CURSO: TEÓRICO  PRACTICO  TEO-PRAC:

*Alternativas metodológicas:*

*Clase Magistral ( X ), Seminario ( ), Seminario – Taller ( X ), Taller ( ), Prácticas ( ),  
Proyectos tutoriados ( X ), Otro: Visita de Campo*

HORARIO:

DIA	HORAS	SALON

CONCEPTOS PREVIOS

Química (oxidación, reacciones químicas, estequiometría), Calidad del Agua (DBO, DQO, SST, parámetros físicos, químicos y microbiológicos), Hidráulica (tuberías y canales abiertos), Física (cinemática y momentúm), Matemática (álgebra y trigonometría), Microbiología (crecimiento

microbiano, características de los microorganismos)

### **I. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO (El Por Qué?)**

El modelado y simulación son herramientas que adquieren día a día mayor relevancia tanto para la investigación, como para la resolución de problemas en sistemas complejos, entre los que indudablemente se incluyen los sistemas sanitarios.

Dado el carácter semestral de la asignatura no se puede profundizar en exceso en las técnicas de simulación, ni realizar una panorámica exhaustiva de los programas existentes. Por ello, el objetivo es realizar una aproximación a distintas técnicas de modelado numérica de sistemas sanitarios, aplicando algunos de los programas de simulación por ordenador de los que se utilizan en la actualidad.

### **II. PROGRAMACION DEL CONTENIDO (El Qué? Enseñar)**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un desempeño adecuado como ingeniero sanitario en la simulación de sistemas sanitarios aplicados a diferentes eventos de contaminación y mitigación.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer las bases para la simulación de sistemas sanitarios
2. Conocer de la Legislación Vigente aplicada a la simulación de sistemas sanitarios.
3. Utilizar tecnologías para simular eventos sistemas sanitarios.
4. Preparar a los estudiantes para la simulación de eventos de sistemas sanitarios.

## COMPETENCIAS DE FORMACIÓN:

### Competencias de contexto

1. El estudiante estará en la capacidad de tener el conocimiento de la simulación de sistemas sanitarios.
2. Fortalecer la capacidad del trabajo en equipo y colaborativo, así como el de mejorar la comunicación escrita oral.
3. Desarrollar el trabajo responsable, aplicando la normatividad sanitaria vigente.
4. Estimular al estudiante para que se reconozca como sujeto de conocimiento e integrador en la sociedad.

### Competencias básicas

1. El estudiante tendrá el conocimiento fundamental de la simulación de sistemas sanitarios y con ello podrá estimar y predecir las soluciones de manejo sanitario adecuado.
2. Interpretativas: Estimular al estudiante en la interpretación de artículos y textos de investigación con el objetivo de introducirlo en el contexto académico y científico de la Modelización sanitaria.
3. Argumentativas: El estudiante será capaz de discutir acerca de temas relacionados con el área de Modelización sanitaria.
4. Propositiva: Generar procesos reflexivos y analíticos frente a la información, casos y problemas por solucionar

### Competencias laborales

1. Ser un individuo laboralmente activo y responsable en la utilización de la simulación de sistemas sanitarios y con ello podrá estimar y predecir las soluciones de manejo sanitario adecuado.
2. Aplicación de técnicas y tecnologías de la simulación de sistemas sanitarios y con ello podrá estimar y predecir las soluciones de manejo sanitario adecuado.
3. Análisis en prevención de problemáticas sanitarios, así como la interrelación con los problemas presentados en las municipalidades.

## PROGRAMA SINTÉTICO:

En el presente curso, se enseñará los principios para la Modelización sanitaria.

## **UNIDAD DIDACTICA No 1: Conceptos fundamentales para la Modelización sanitaria.**

¿Cuales son los elementos esenciales para la Modelización sanitaria?

Es importante establecer que la Modelización es la predicción y simulación de eventos de contaminación mediante herramientas matemáticas.

Núcleos temáticos:

### **Semana No 1. Introducción del curso y presentación del Syllabus.**

- Exposición de las situación general de las aguas residuales
- Repaso de ecuaciones diferenciales, métodos numéricos y estadística.
- Presentación de los objetivos del curso
- Programa propuesto
- Concertación en la propuesta de evaluación del curso
- Salida de campo
- Proyecto de tutoriado

### **Semana No 2. ¿Qué es la simulación de sistemas sanitarios?**

- Introducción a la teoría de sistemas
- Introducción a la teoría de simulación y modelado.
- Utilidad y elementos de los modelos
- Escenario y proyección de aplicación.
- Tipos de modelos.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo.

### **Semana No 3. ¿Cuáles son los criterios de Modelización?**

- Conceptualización y formulación.
- Análisis y evaluación.
- Procesos físicos, químicos y biológicos.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **Semana No 4. ¿Cuáles son los modelos determinísticos?**

- Soluciones numéricas a ecuaciones diferenciales
- Método de Euler
- Método Runge Kutta
- Aplicación de los métodos
- Modelo de crecimiento ilimitado y limitado, aplicación biológica, población nutrientes.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

## **UNIDAD DIDACTICA No 2: Modelos aplicados a los sistemas sanitarios I**

¿Cuales son los modelos aplicados a los sistemas sanitarios?

Es importante señalar que los sistemas sanitarios lo comprende la resolución de problemas de contaminación en el aire, suelo y agua.

### **Semana No 5. Primer Parcial**

- Evaluación escrita de las unidades anteriores.
- Entrega del avance del proyecto de tutoriado

### **Semana No 6. Solución y retroalimentación del Primer Parcial**

- Entrega de la evaluación.
- Seguimiento individual al proceso de aprendizaje.
- Solución de las preguntas del primer parcial
- Entrega del avance del proyecto de tutoriado

### **Semana No 7. ¿Cuáles son los modelos para contaminantes atmosféricos?**

- Introducción a la teoría de la contaminación atmosférica
- Fundamentos de la Modelización meteorológica.
- Modelos de dispersión atmosférica.
- Aplicación de modelos a casos reales
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **Semana No 8. ¿Cuáles son los modelos para la simulación de ruido ambiental?**

- Introducción a la teoría acústica y de ruido ambiental
- Caracterización y medida del sonido. Fisiología del sonido.
- Fenómenos de propagación del sonido. Absorción, reflexión y difracción.
- Ruido de tráfico terrestre y aéreo.
- Mapas sonoros urbanos y de infraestructuras.
- Modelos de ruido ambiental
- Aplicación de modelos a casos reales
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

## **UNIDAD DIDACTICA No 3: Modelos aplicados a los sistemas sanitarios II**

¿Cuales son los modelos aplicados a los sistemas sanitarios?

Es importante señalar que los sistemas sanitarios lo comprende la resolución de problemas de contaminación en el aire, suelo y agua.

#### **Semana No 9. ¿Cuáles son los modelos para contaminantes en aguas subterráneas?**

- Introducción a la teoría de los acuíferos.
- Aspectos ambientales y la relación entre aguas superficiales y subterráneas.
- Modelos del flujo y calidad del agua subterránea.
- Aplicación de modelos a casos reales.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 10. ¿Cuáles son los modelos para reactores biológicos?**

- Introducción a la teoría de los reactores procesos biológicos en aguas residuales
- Reactores batch
- Reactores completamente mezclados sin recirculación
- Reactores completamente mezclados con recirculación
- Reactores flujo pistón
- Reactores de película fija.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo.
- Salida de campo.

#### **UNIDAD DIDACTICA No 4: Modelos aplicados a los sistemas sanitarios II**

¿Cuales son los modelos aplicados a los sistemas sanitarios?

Es importante señalar que los sistemas sanitarios lo comprende la resolución de problemas de contaminación en el aire, suelo y agua.

#### **Semana No 11. ¿Cuáles son los modelos de estimación para el vertido de efluentes en cuerpos de agua?**

- Introducción a la teoría de la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua.
- Procesos de transporte y de transformación.
- Modelos de vertido a lagos y embalses
- Modelos de vertido a ríos y estuarios.
- Modelos de vertido al mar.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 12. ¿Cuáles son los modelos de simulación para alcantarillado?**

- Introducción a la teoría de la recolección de las aguas residuales.
- Modelos de alcantarillados sanitarios.

- Modelos de alcantarillados pluviales.
- Modelos de alcantarillados combinados.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 13. ¿Cuáles son los modelos de simulación para redes de acueducto?**

- Introducción a la teoría de la distribución del agua potable.
- Modelos de distribución de agua potable en redes cerradas
- Modelos de distribución de agua potable en redes abiertas
- Aplicación de modelos.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 14. ¿Cuáles son los modelos de estimación de biogás en rellenos sanitarios?**

- Introducción a la teoría de la producción de biogás en rellenos sanitarios
- Modelos de biogás
- Aplicación de modelos en casos reales
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 15. ¿Cuáles son los modelos de estimación de lixiviados en rellenos sanitarios?**

- Introducción a la teoría de la producción de lixiviados
- Modelos de producción de lixiviados
- Aplicación de modelos a casos reales.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 16. ¿Cuáles son los modelos de contaminantes en el suelo?**

- Introducción a la teoría de la contaminación de suelos.
- Modelos de contaminación por metales
- Modelos de contaminación por nutrientes
- Aplicación de modelos a casos reales.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 17. Examen Final**

#### **Semana No 18. Habilitaciones**

### III. ESTRATEGIAS (El Cómo?)

#### Metodología Pedagógica y Didáctica:

El contenido temático se desarrollará tanto magistralmente por parte del instructor, como en forma práctica por parte de los participantes en el curso, mediante la realización de seminarios, talleres y estudios de caso que permitan desarrollar los conceptos para el dimensionamiento y diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales generados por diferentes tipos de proyectos.

Inicialmente, se realizará una conducta de entrada, que permita establecer el estado del conocimiento por parte de los participantes de los conceptos básicos y herramientas para el dimensionamiento y diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales

A través de exposiciones magistrales por parte del instructor, se desarrollará la temática establecida en el contenido del curso. Los participantes llevarán a cabo lecturas de diversos artículos que hacen parte del material de apoyo.

**Talleres académicos:** Con las directrices del instructor, se llevarán a cabo diversos ejercicios que cubren la totalidad de los temas contenidos en el material de apoyo, para que los participantes los desarrollen tanto en forma grupal como individual, en tiempo límite acordado al inicio del módulo. El instructor prestará apoyo permanentemente en el proceso de resolución de los ejercicios.

#### CREDITOS ACADEMICOS

Tipo de Curso	Horas			Horas profesor/semana	Horas Estudiante/semana	Total Horas Estudiante/semana	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Teórico	2	2	2	4	6	96	2

**Trabajo Presencial Directo (TD):** trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

**Trabajo Mediado\_Cooperativo (TC):** Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

**Trabajo Autónomo (TA):** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)

### IV. RECURSOS (Con Qué?)

**Medios y Ayudas:** Charlas, medios audiovisuales (dependiendo del caso), acompañamiento directo y visita de campo.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS GUÍAS

- METCALF Y EDDY INC.. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. Editorial Mc Graw Hill. 1996.
- WINKLER M. Tratamiento Biológico de aguas de Desecho. Editorial Limusa.
- BITTON G. Wastewater Microbiology. Editorial Wiley-Liss. 1994.
- BROOCK T., MADIGAN M. Microbiología. Editorial Prentice Hall. 1991.
- LEVIN M., GEALT M. Biotratamiento de Residuos Tóxicos y peligrosos. Editorial MC Graw Hill. 1997
- DEGREMONT. Manual técnico del agua
- NEMEROW, NELSON. Aguas residuales industriales.
- CHAPRA, S. C. (1997). Surface Water-Quality Modelling, The McGraw-Hill Companies. Inc., New York.
- THOMANN, R.V., Mueller, J. A., (1987). Principles of Surface Water Quality Modelling and Control, Harper & Row Publishers, New York.
- TCHOBANOGLIOUS, C. sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. En C. Tchobanoglous, *sistemas de manejo de aguas residuales*
- WILDEMAN, T. *Wetland Design for Mining Operations*. Richmond, B.C.: Bitech Publications. (1993).
- SAEOÁNES Calvo, M. *Aguas residuales, tratamiento por humedales artificiales*. Mundi Prensa. (1999).
- FAIR, Gordon Maskew; GEYES, Jhon y OKUN, Daniel Alexander. 1994. Abastecimiento de Agua y remoción de aguas residuales, Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, Volumen I. México: Editorial Limusa.
- WINKLER, Michael. Tratamiento biológico de aguas de desecho. México: Editorial Limusa, Cap. 6. Sistemas de Película Biológica, 2007.
- RITTMAN, Bruce. Mc. CARTY, Perry. Biotecnología del medio ambiente. Principios y Aplicaciones. España: Editorial Mc Graw Hill, 2001.
- ROMERO, Jorge. Tratamiento de aguas residuales. Bogota, Colombia: Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería, Cap. Tratamientos Biológicos, 2008.
- RAMALHO, R.S. Tratamiento de las Aguas Residuales. Barcelona: Ed. Reverte, 1990.
- OROZCO, Álvaro. SALAZAR, Álvaro. Tratamientos biológicos residuales. Segunda Edición. Colombia: Acodal, 1986.
- BENEFIELD D.L. RANDALL W. C. Biological process design for wastewater treatment. United States of América: Ed. Prentice-Hall, 1980.
- Stern A.C. (Ed.) (1986) Air Pollution (3ª Ed.) (Vols. I y VI), Academic Press.
- Seinfeld J.H. (1986) Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. Wiley.
- Nieuwstadt F.T.M. y Van Dop H. (1982): Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modeling. D.Reidel Publ. Co.
- Houghton D.D. (Ed) (1985): Handbook of Applied Meteorology. Wiley.

- Scorer R.S. (1978): Environmental Aerodynamics. Ellis Horwood Ltd.
- Pasquill F. y Smith F.B. (1983): Atmospheric Diffusion. Ellis Horwood.
- Artículos seleccionados de Atmospheric Environment, Journal of Applied Meteorology, Environmental Pollution, Ingeniería Química, y otros.

#### **DIRECCIONES DE INTERNET**

Pollution Engineering Technology  
 Wastewater Research  
[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

#### **V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS (De Qué Forma?)**

##### **Espacios, tiempos y agrupamientos:**

- Semana No 1. Introducción del curso y presentación del Syllabus.
- Semana No 2. ¿Qué es la simulación de sistemas sanitarios?
- Semana No 3. ¿Cuáles son los criterios de Modelización?
- Semana No 4. ¿Cuáles son los modelos determinísticos?
- Semana No 5. Primer Parcial
- Semana No 6. Solución y retroalimentación del Primer Parcial
- Semana No 7. ¿Cuáles son los modelos para contaminantes atmosféricos?
- Semana No 8. ¿Cuáles son los modelos para la simulación de ruido ambiental?
- Semana No 9. ¿Cuáles son los modelos para contaminantes en aguas subterráneas?
- Semana No 10. ¿Cuáles son los modelos para reactores biológicos?
- Semana No 11. ¿Cuáles son los modelos de estimación para el vertido de efluentes en cuerpos de agua?
- Semana No 12. ¿Cuáles son los modelos de simulación para alcantarillado?
- Semana No 13. ¿Cuáles son los modelos de simulación para redes de acueducto?
- Semana No 14. ¿Cuáles son los modelos de estimación de biogás en rellenos sanitarios?
- Semana No 15. ¿Cuáles son los modelos de estimación de lixiviados en rellenos sanitarios?
- Semana No 16. ¿Cuáles son los modelos de contaminantes en el suelo?
- Semana No 17. Examen Final
- Semana No 18. Habilitaciones

#### **VI. EVALUACIÓN (Qué, Cuándo, Cómo?)**

La evaluación del curso se desarrolla aplicando diferentes instrumentos los cuales son computados en las cuatro notas parciales deducidas del proceso. Los instrumentos utilizados son:

- Evaluaciones escritas en los que se indaga sobre la habilidad del estudiante para la solución de problemas y la asociación de variables.
- Talleres en los que se promueve la consulta de biblioteca para la aproximación a temas no profundizados en el escenario de la clase.
- Participación en clase con la formulación de consultas y el enriquecimiento del tema tratado.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto tutoriado.</li> <li>- Salida de campo</li> </ul>			
<b>PRIMERA NOTA</b>	<b>TIPO DE EVALUACIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
	<b>Primer parcial</b>	<b>Semana 5</b>	
<b>SEGUNDA NOTA</b>	<b>Proyecto tutoriado</b>	<b>Semana 16</b>	
<b>TERCERA NOTA</b>	<b>Informe de Salida de Campo</b>	<b>Semana 10</b>	
<b>EXAMEN FINAL</b>	<b>Examen Final</b>	<b>Semana 17</b>	<b>30%</b>
<b>ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación del desempeño docente</li> <li>2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.</li> <li>3. Autoevaluación:</li> <li>4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.</li> </ol>			

<b>DATOS DEL DOCENTE</b>			
<b>NOMBRE :</b>			
<b>PREGRADO :</b>			
<b>POSTGRADO :</b>			
<b>ASESORIAS: FIRMA DE ESTUDIANTES</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>
1.			
2.			
3.			
<b>FIRMA DEL DOCENTE</b>			
_____			
FECHA DE ENTREGA: _____			

<p>Coordinador Ingeniería Sanitaria          Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales          Universidad Distrital Francisco José de Caldas          Bogotá, Colombia          Avenida Circunvalar – Venado          @udistrital.edu.co</p>	<p>Secretaria Académica          Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales          Firma Registrada          Notaría , Libro de Folio          Bogotá, D.C.</p>
---	---