



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

SYLLABUS

NOMBRE DEL DOCENTE:

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS  
SÓLIDOS

CÓDIGO:

Obligatorio ( X ) : Básico ( ) Complementario ( )

Electivo ( ) : Intrínsecas ( ) Extrínsecas ( )

NUMERO DE ESTUDIANTES:

GRUPO:

NÚMERO DE CREDITOS: 3

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?)

En el mundo se producen aproximadamente 1600 millones de toneladas por año de residuos sólidos, los cuales generan graves problemas, no sólo por el deterioro progresivo del ambiente, sino también desde el punto de vista económico puesto que los costos de recolección, transporte y disposición final son cada vez mayores. Se estima que los servicios de disposición, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos mueven mundialmente un mercado anual de 100000 millones de dólares, de los cuales 43000 millones corresponden a Norteamérica, 42000 millones a la Unión Europea y sólo 6000 millones a Suramérica, siendo la producción de residuos de 250, 200 y 150 millones de toneladas por año respectivamente.

La producción diaria de residuos sólidos urbanos que se genera (1995) en América Latina asciende a 275.000 toneladas. Se estima que sólo 75% es recolectada y de ella sólo 30% se dispone en rellenos sanitarios; predominan los botaderos a cielo abierto con quema indiscriminada de desechos y sin tratamiento de lixiviados, situados muchas veces en áreas densamente pobladas. Para recolectar y disponer esta basura se necesita una flota de 28.000 camiones recolectores y 350.000 m<sup>3</sup> diarios de espacio para enterrarla adecuadamente. Para el año 2000, la población urbana de Latinoamérica será de aproximadamente 405 millones de habitantes (355 millones en 1995) lo que implica una mayor demanda de servicios, la necesidad de triplicar la actual capacidad operacional de los sistemas de manejo y una creciente disponibilidad de recursos económicos, institucionales y de personal (CEPIS, 2000).

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

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un desempeño adecuado como ingeniero sanitario en el dimensionamiento y diseño de un sistema de tratamiento y disposición de residuos sólidos urbanos, previa selección en base a la funcionalidad, economía y normatividad vigente y como una medida de solución para la mitigación de los impactos concebidos por la generación de los residuos sólidos en el contexto urbano.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer las bases para el dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos.
2. Conocer de la Legislación Vigente para el manejo, recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos.
3. Utilizar tecnologías para implementar en sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos, según los procedimientos de selección y aplicación en el control de los impactos generados.
4. Preparar a los estudiantes en el dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos.

### COMPETENCIAS DE FORMACIÓN:

#### Competencias de contexto

1. El estudiante estará en la capacidad de dimensionamiento y diseñar los sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos.
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 para el dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos y de esta forma comprender, analizar y hacer propuestas para la solución de problemas sanitarios.
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 los residuos sólidos.
3. Argumentativas: El estudiante será capaz de discutir acerca de temas relacionados con el área de los residuos sólidos.
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 del dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos como

una herramienta fundamental y significativa del saneamiento básico.

2. Aplicación de técnicas y tecnologías de sistemas de tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos.
3. Análisis en prevención de problemáticas sanitarias relacionados con los residuos sólidos, así como la interrelación con los problemas presentados en las municipalidades.

**PROGRAMA SINTÉTICO:**

En el presente curso, se enseñará los principios de una adecuada gestión integral de residuos líquidos, planteamiento de alternativas y manejo aplicado al sector.

**UNIDAD DIDACTICA No 1: Conceptos fundamentales para el manejo de los residuos sólidos urbanos.**

¿Cuales es la situación del manejo de los residuos sólidos urbanos en el entorno y cuales son las consideraciones de manejo de estos residuos?

Es importante establecer que la generación de residuos sólidos, ocasiona problemas ambientales, sanitarios y de salud pública en el entorno.

Núcleos temáticos:

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

- Exposición de la situación general de los residuos sólidos.
- Repaso del concepto de gestión integral de los residuos sólidos urbanos.
- 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. ¿Cual es la contextualización de la problemática de los residuos sólidos?**

- Situación en Latinoamérica y Colombia
- Fundamentos y conceptos del tratamiento de los residuos sólidos.
- Legislación sanitaria colombiana vigente.
- Aspectos de Salud Pública en el tratamiento de los residuos sólidos.
- Aspectos Ambientales de los residuos sólidos.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo.

**Semana No 3. ¿Cuál es la fundamentación del tratamiento de los residuos sólidos urbanos?**

- Introducción a la teoría del tratamiento de residuos sólidos urbanos.
- Análisis integral de las tecnologías de tratamiento y evacuación definitiva de residuos sólidos urbanos.
- Tipos de tecnologías: Minimización de los residuos, Reutilización y reciclado, Tratamiento biológico, Tratamiento térmico, Evacuación a vertederos.
- Criterios de localización y diseño.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

**Semana No 4. ¿Cuál es la Fundamentación para la minimización y recuperación de los**

### **residuos sólidos urbanos?**

- Introducción a la teoría de Minimización y Recuperación de Residuos Sólidos urbanos.
- Análisis de casos de Minimización de Residuos Sólidos (Reducción en el Origen): Unidades de fabricación de productos alimenticios y domésticos; Unidades de fabricación para productos comerciales; Comercios; Viviendas; Oficinas, propiedades comerciales e instituciones.
- Instalaciones de recuperación de materiales. Análisis de Casos: Metales (Latas de aluminio y metal, etc.), Vidrio (botellas de vidrio y otros), Plásticos (PET, HDPE, etc.); Papel (Periódicos, Cajas de Cartón, otros); Fracción orgánica.
- Criterios de localización y diseño
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **UNIDAD DIDACTICA No 2: Tratamiento biológico de los residuos sólidos urbanos**

¿Cuales son los procesos de tratamiento biológico de los residuos sólidos urbanos?

Es importante señalar que el tratamiento biológico de los residuos sólidos urbanos puede ser aeróbico o anaeróbico.

#### **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. ¿Cuál es el tratamiento biológico aeróbico residuos sólidos urbanos?**

- Introducción a la teoría del tratamiento biológico aeróbico residuos sólidos urbanos
- Sistema Aerobio o compostaje (requisitos: temperatura, humedad, oxígeno, relación C/N, pH, composición bioquímica y textura).
- Cinética y reacciones estequiométricas.
- Combinación de aerobio y anaerobio—Métodos anaerobios y aerobios de dos fases.
- Criterios de localización y diseño.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 8. ¿Cuál es el tratamiento biológico anaeróbico residuos sólidos urbanos?**

- Introducción a la teoría del tratamiento biológico anaeróbico residuos sólidos urbanos

- Factores que afectan la digestión anaeróbica y tipos de digestores.
- Cinética y reacciones estequiométricas.
- Digestor de tanque continuamente agitado, contacto anaeróbico, manto de lodos, filtros de lecho fijo y móvil.
- Criterios de localización y diseño.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo.

### **UNIDAD DIDACTICA No 3: Tratamiento térmico de los residuos sólidos urbanos**

¿Cuales son los tratamientos térmicos de los residuos sólidos urbanos?

Es importante señalar que el tratamiento térmico de los residuos sólidos urbanos puede ser mediante incineración.

#### **Semana No 9. ¿Cuál es el tratamiento térmico mediante incineración de residuos sólidos urbanos?**

- Introducción a la teoría de incineración de residuos sólidos urbanos y antecedentes históricos.
- Reacciones generadas del proceso y el proceso de combustión en los incineradores de residuos (Secado, Pirolisis de gas y combustión de gas, Combustión de residuos de carbono).
- Residuos como combustibles para incineración y balance de masas.
- Criterios y ecuaciones de diseño.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

#### **Semana No 10. ¿Cuál es el diseño de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos?**

- Componentes de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos.
- Principios de diseño para incineradores de residuos (Descarga y almacenamiento de residuos, Grúa, Tolva y sistema de alimentación, Parrillas, Horno, Suministro de aire, Sistema de caldera, Eliminación de escoria y cenizas).
- Emisión de aire (contaminantes atmosféricos) y limpieza de gases de combustión. Cenizas volantes y de fondo.
- 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: Disposición final de residuos sólidos urbanos**

¿Cuales son los sistemas de disposición final de residuos sólidos urbanos?

Es importante señalar que los sistemas de disposición final de residuos sólidos urbanos son los

rellenos sanitarios o vertederos.

### **Semana No 11. ¿Qué es un relleno sanitario?**

- Introducción a la teoría de las características de la disposición final mediante rellenos sanitarios, diferenciación entre basurero a cielo abierto y relleno sanitario.
- Problemas ambientales de los rellenos sanitarios y situación en el país.
- Tipos de rellenos sanitarios, métodos de disposición y material de cobertura.
- Criterios para la localización y ecuaciones de diseño de relleno sanitarios
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **Semana No 12. ¿Cuál es el procedimiento de diseño de un relleno sanitario?**

- La práctica del vertido (Celda o zanja excavada, Zona, Vaguada o depresión, Terreno recuperado).
- Gas y lixiviado en el relleno sanitario.
- Balance de agua en los rellenos sanitarios
- Aspectos geotécnicos de los vertederos.
- Dimensionamiento de un relleno sanitario.
- Elementos para la construcción, operación y mantenimiento.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **Semana No 13. ¿Qué es un lixiviado?**

- Introducción a la teoría de la biodegradación de los residuos sólidos urbanos.
- Estado del arte de la producción de lixiviados.
- Necesidades nutricionales para el crecimiento microbiano
- Generación, composición y tratamiento de lixiviados.
- Métodos conocidos en la estimación de lixiviados.
- Criterios y ecuaciones de diseño para la recolección y tratamiento.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

### **Semana No 14. ¿Qué es el biogás?**

- Introducción a la teoría de las etapas de formación y generación de biogás
- Estado del arte de la producción de biogás
- Transformación biológicas anaeróbicas, características y composición del biogás.
- Variables que influyen en la formación, control de gases y uso del biogás.
- Modelos para la estimación de la producción de biogás
- Criterios y ecuaciones de diseño para la recolección.
- 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 otros tratamientos de residuos sólidos urbanos?**

- Teoría de la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia o con defecto de oxígeno, mediante La pirolisis.
- Teoría del proceso de combustión parcial, mediante Gasificación.
- Teoría del aprovechamiento energético de los residuos urbanos, mediante Estabilización.
- Criterios y ecuaciones de diseño.
- 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 casos de gestión de residuos industriales y rurales?**

- Introducción a la teoría de residuos industriales y rurales.
- Clasificación, caracterización y producción.
- Gestión de los residuos industriales. Alternativas para la gestión de los residuos industriales. Vertido controlado. Tratamiento físico-químico. Incineración. Inertización. Valorización. Tendencias en la gestión de los residuos industriales.
- Residuos agrícolas y orgánicos. Residuos asimilables a urbanos.
- Residuos de plaguicidas y fertilizantes. Residuos ganaderos.
- 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 teóricos sobre el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos 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 tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos

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/semestre	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Teórico	2	2	5	4	9	144	3

**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

**TCHOBANOUGLUS G, THEISEN H.** Gestión integral de residuos sólidos Editorial Mc Graw Hill. 1998.

**COLLAZOS H, DUQUE R.** Residuos Sólidos. Asociación colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. ACODAL. 1998.

**COLLAZOS H.** Saneamiento de botaderos de basura. 1998.

**AWWA.** Tratamiento de residuos sólidos urbanos. 1976

### REVISTAS

Pollution Engineering Technology  
Wastewater Research

### DIRECCIONES DE INTERNET

[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. ¿Cuál es la contextualización de la problemática de los residuos sólidos?

Semana No 3. ¿Cuál es la fundamentación del tratamiento de los residuos sólidos urbanos?

Semana No 4. ¿Cuál es la Fundamentación para la minimización y recuperación de los residuos sólidos urbanos?

Semana No 5. Primer Parcial

Semana No 6. Solución y retroalimentación del Primer Parcial

Semana No 7. ¿Cuál es el tratamiento biológico aeróbico residuos sólidos urbanos?

Semana No 8. ¿Cuál es el tratamiento biológico anaeróbico residuos sólidos urbanos?

Semana No 9. ¿Cuál es el tratamiento térmico mediante incineración de residuos sólidos urbanos?

Semana No 10. ¿Cuál es el diseño de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos?

Semana No 11. ¿Qué es un relleno sanitario?

Semana No 12. ¿Cuál es el procedimiento de diseño de un relleno sanitario?

Semana No 13. ¿Qué es un lixiviado?

Semana No 14. ¿Qué es el biogás?

Semana No 15. ¿Cuáles son los otros tratamientos de residuos sólidos urbanos?

Semana No 16. ¿Cuáles son los casos de gestión de residuos industriales y rurales?

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.
- Proyecto tutoriado.
- Salida de campo

<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>EXAM. FINAL</b>	<b>Examen Final</b>	<b>Semana 17</b>	<b>30%</b>

### **ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO**

1. Evaluación del desempeño docente
2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.
3. Autoevaluación:
4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.

<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>			
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>			
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</p> <p>Firma Registrada          Notaría , Libro de Folio          Bogotá, D.C.</p>
---	---