



**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
**FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**  
**PROYECTO CURRICULAR: Ingeniería Sanitaria**

**SYLLABUS**

**NOMBRE DEL DOCENTE:**

**ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):**

**DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

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

**Electivo ( ) : Intrínsecas ( ) Extrínsecas ( )**

**CÓDIGO:**

**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**

<b>DIA</b>	<b>HORAS</b>	<b>SALON</b>

**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 un ambiente construido como lo son las poblaciones y urbes, el ingreso de materias primas son las generadoras de la productividad, pero éstos a su vez ocasionan la producción de residuos (líquidos, sólidos y gaseosos), que son generados tanto en el sector industrial como el doméstico.

La descarga de aguas servidas de origen doméstico y/o industrial ha venido produciendo efectos ambientales adversos en los cuerpos de agua que reciben estos vertimientos con el consecuente deterioro de la calidad del agua, las condiciones sociales, económicas y pérdida de calidad de vida de los asentamientos ubicados aguas abajo de los vertimientos.

La implementación de políticas desde las agencias encargadas del manejo de los recursos naturales basadas en metas ambientales debe ser una de las principales prioridades, por otra parte la utilización de sistemas para el control de la descarga de contaminantes de naturaleza orgánica, material inorgánico y sustancias tóxicas debe ser adelantada para minimizar impactos ambientales en la búsqueda de condiciones de equilibrio, la prosperidad y un ambiente sano.

Debido a lo anterior, las consideraciones de vertimiento de residuos líquidos a los cuerpos de agua, el cual se requiere una conceptualización para el dimensionamiento de un tratamiento integral de aguas residuales domésticas, a través del cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

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

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un desempeño adecuado como ingeniero sanitario en el dimensionamiento y diseño de las unidades de procesos y operaciones unitarias de un sistema de tratamiento de aguas residuales, previa selección en base a la funcionalidad, economía y normatividad vigente y como una medida de solución para la mitigación de los impactos generados por los vertimientos de aguas residuales.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer las bases para el dimensionamiento y diseño de los procesos y operaciones de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
2. Conocer de la Legislación Vigente para el vertimiento y tratamiento del agua residual.
3. Utilizar tecnologías para implementar en sistemas de tratamiento de aguas residuales, según los procedimientos de selección y aplicación en el control de la calidad del agua residual tratada.
4. Preparar a los estudiantes en el dimensionamiento y diseño de las partes constructivas de un sistema de tratamiento de aguas residuales convencional.

## COMPETENCIAS DE FORMACIÓN:

### Competencias de contexto

1. El estudiante estará en la capacidad de considerar un dimensionamiento y diseño adecuado de las descargas de aguas residuales y su posterior tratamiento.
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 del dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento de aguas residuales para 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 las aguas residuales.
3. Argumentativas: El estudiante será capaz de discutir acerca de temas relacionados con el área de las aguas residuales
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 de aguas residuales como una herramienta fundamental y significativa del saneamiento ambiental.
2. Aplicación de técnicas y tecnologías de remoción de contaminantes de las aguas residuales.
3. Análisis en prevención de problemáticas sanitarios relacionados con las aguas residuales, así como la interrelación con los problemas presentados en las municipalidades.

**PROGRAMA SINTÉTICO:**

En el presente curso, se enseñará los principios de dimensionamiento y diseño de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, planteamiento de alternativas y manejo aplicado al sector.

**UNIDAD DIDACTICA No 1: Conceptos fundamentales para el manejo y tratamiento de las aguas residuales.**

¿Cuales es la situación del manejo de las aguas residuales en el entorno y cuales son las consideraciones del tratamiento de estas aguas contaminadas?

Es importante establecer que la contaminación de los recursos hídricos se presentan por las descargas de aguas residuales a los cuerpos de aguas, por ello se presenta el diagnostico actual del manejo de las aguas residuales, así como las consideraciones de solución a la problemática planteada.

Núcleos temáticos:

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

- Exposición de las situación general de las aguas residuales
- Repaso de alcantarillados (Población, caudales, coeficiente de retorno, etc.)
- 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 las aguas residuales?**

- Situación en Latinoamérica y Colombia
- Fundamentos y conceptos de los sistemas de tratamiento
- Legislación ambiental colombiana vigente.
- Historia del tratamiento de aguas residuales y calidad de aguas
- Estado del arte en tratamiento de aguas residuales
- 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 diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales?**

- Características de las aguas residuales
- Caudales de aguas residuales
- Criterios de diseño en términos de caudal
- Periodos de diseño
- Manejo de información: muestreo, procesamiento de datos, intervalos de confianza, probabilidad de ocurrencia.
- 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 indicadores de la calidad del agua residual?**

- Cargas, concentraciones y caudales.
- DBO, DQO, SST, Coliformes fecales y totales.
- Indicadores de polución (ICA, ICOMO, etc.)
- Otros parámetros de polución.
- 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 preliminar en el manejo de las aguas residuales**

¿Cuales son las operaciones y procesos unitarios de tratamiento preliminar en las aguas residuales?

Es importante señalar que el tratamiento preliminar se aplica tanto para aguas residuales industriales como para las aguas residuales domesticas y bajo esta premisa, se observaran y explicaran algunos de los tratamientos preliminares más usuales en el manejo de las aguas residuales.

#### **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 dispositivos para la remoción de sólidos gruesos y arenas?**

- Introducción a la teoría del tratamiento preliminar y desarenación.
- Rejillas de Desbaste
- Desarenador Convencional y otros tipos de desarenadores.
- Medición de Caudal y desengrasado.
- 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 8. ¿Qué es un tanque homogenizador y neutralizador en el manejo de las aguas residuales?**

- Introducción a la teoría de la homogenización y neutralización
- Tanque Homogenizador de cargas y caudal.
- Tanque Neutralizador
- Consideraciones de operación y mantenimiento del tratamiento preliminar.
- 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

### **UNIDAD DIDACTICA No 3: Tratamiento primario en las aguas residuales.**

¿Cuales son las operaciones y procesos unitarios de tratamiento primario en las aguas residuales?

Es importante señalar que el tratamiento primario se aplica tanto para aguas residuales industriales como para las aguas residuales domésticas y bajo esta premisa, se observaran y explicaran algunos de los tratamientos primarios más usuales en el manejo de las aguas residuales.

#### **Semana No 9. ¿Cuál es la teoría de la sedimentación y cuales son los tipos de sedimentadores?**

- Introducción a la teoría de la sedimentación y tipos de sedimentadores
- Consideraciones sobre la necesidad de sedimentación primaria y el diseño de unidades de sedimentación
- Dimensionamiento de unidades de sedimentación primaria convencional y generación de lodos.
- Dimensionamiento de unidades de Flotación.
- 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 tratamiento biológico aplicado al tratamiento primario?**

- Introducción a la teoría del reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB) como tratamiento biológico primario.
- Criterios de diseño de reactores UASB
- Criterios de operación y control de reactores UASB
- Ecuaciones para el procedimiento de diseño.
- 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: Tratamiento secundario en el manejo de las aguas residuales.**

¿Cuales son las operaciones y procesos unitarios de tratamiento secundario en las aguas residuales?

Es importante señalar que el tratamiento secundario se aplica tanto para aguas residuales industriales como para las aguas residuales domésticas y bajo esta premisa, se observaran y explicaran algunos de los tratamientos secundarios más usuales en el manejo de las aguas residuales.

**Semana No 11. ¿Cuál es la teoría de los procesos biológicos y los modelos matemáticos que los rigen?**

- Introducción a la teoría de los procesos biológicos (tratamiento aerobio, anaerobio, facultativo).
- Cinética de crecimiento microbiano
- Modelización de procesos biológicos.
- Ecuaciones para la simulación de procesos biológicos.
- 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 la aplicación de las tecnologías como las lagunas de oxidación en el tratamiento de las aguas residuales?**

- Introducción a la teoría de las lagunas de oxidación
- Descripción de lagunas aeróbicas, anaeróbicas, facultativas y de maduración.
- Aspectos de constructivos, operativos y de mantenimiento.
- Criterios, ecuaciones de diseño y calidad efluente.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

**Semana No 13. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los lodos activados en el tratamiento de las aguas residuales?**

- Introducción a la teoría de los lodos activados y sus tipos de reactores.
- Descripción de los lodos activados convencionales, zanjón de oxidación, aeración extendida y por lotes (SBR).
- Aspectos de constructivos, operativos y de mantenimiento.
- Criterios, ecuaciones de diseño y calidad efluente.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

**Semana No 14. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los sistemas anaeróbicos en el tratamiento de las aguas residuales?**

- Introducción a la teoría de la digestión anaeróbica y sus tipos de reactores.
- Descripción de los sistemas anaeróbico convencional y alta carga anaeróbico.
- Aspectos de constructivos, operativos y de mantenimiento.
- Criterios, ecuaciones de diseño y calidad efluente.
- Asignación de lecturas dirigidas.

- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

**Semana No 15. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales?**

- Introducción a la teoría de los humedales artificiales y sus tipos de reactores.
- Descripción de los sistemas superficial y subsuperficial.
- Remoción de nutrientes en los humedales artificiales.
- Aspectos de constructivos, operativos y de mantenimiento.
- Criterios, ecuaciones de diseño y calidad efluente.
- Asignación de lecturas dirigidas.
- Desarrollo de un taller de aplicación de conocimiento.
- Seguimiento del proyecto tutoriado por grupos de trabajo

**Semana No 16. ¿Cuál es el tratamiento adecuado de los lodos generados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales?**

- Introducción a la teoría del tratamiento de lodos y de sus mecanismos.
- Tipos de sistemas de tratamiento de lodos (Lechos de secado, Filtro prensa, Filtro al vacío, Centrifuga, etc.)
- Aspectos de construcción de lechos de secado
- Criterios y ecuaciones para el procedimiento de diseño de lechos de secado
- 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	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

- 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.

#### **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. ¿Cual es la contextualización de la problemática de las aguas residuales?

Semana No 3. ¿Cuáles son los criterios de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales?

Semana No 4. ¿Cuáles son los indicadores de la calidad del agua residual?

Semana No 5. Primer Parcial

Semana No 6. Solución y retroalimentación del Primer Parcial

Semana No 7. ¿Cuáles son los dispositivos para la remoción de sólidos gruesos y arenas?

Semana No 8. ¿Qué es un tanque homogenizador y neutralizador en el manejo de las aguas residuales?

Semana No 9. ¿Cuál es la teoría de la sedimentación y cuales son los tipos de sedimentadores?

Semana No 10. ¿Cuál es el tratamiento biológico aplicado al tratamiento primario?

Semana No 11. ¿Cuál es la teoría de los procesos biológicos y los modelos matemáticos que los rigen?

Semana No 12. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como las lagunas de oxidación en el tratamiento de las aguas residuales?

Semana No 13. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los lodos activados en el tratamiento de las aguas residuales?

Semana No 14. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los sistemas anaeróbicos en el tratamiento de las aguas residuales?

Semana No 15. ¿Cuál es la aplicación de las tecnologías como los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales?

Semana No 16. ¿Cuál es el tratamiento adecuado de los lodos generados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales?

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>EXAMEN 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.

DATOS DEL DOCENTE

**NOMBRE :**  
**PREGRADO :**  
**POSTGRADO :**

ASESORIAS: FIRMA DE ESTUDIANTES

NOMBRE	FIRMA	CÓDIGO	FECHA
1.			
2.			
3.			

FIRMA DEL DOCENTE

\_\_\_\_\_

FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia  
Avenida Circunvalar – Venado  
@udistrital.edu.co

Secretaria Académica  
Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Firma Registrada  
Notaría , Libro de Folio  
Bogotá, D.C.