



Bachillerato en Gestión Integral del Recurso Hídrico

Programa del curso: GH-0007 Saneamiento del agua

I Semestre, 2024

## Datos Generales

---

**Sigla:** GH-0007

**Nombre del curso:** Saneamiento del Agua

**Tipo de curso:** Propio

**Número de créditos:** 3

**Número de horas semanales presenciales:** 4

**Número de horas semanales de trabajo independiente del estudiante:** 5

**Requisitos:** GH-0001 y GH-0005

**Ubicación en el plan de estudio:** III-Ciclo del II Año

**Horario del curso:** K: 08:00 a 11:50

**Uso y nivel de virtualidad:** Bajo Virtual.

La plataforma Mediación Virtual: Será utilizada para subir documentos de clase, videos del curso, realizar algunas evaluaciones, participar de foros, entrega de tareas.

## Datos del Profesor

---

**Nombre:** M.Sc. Edwin Alberto Barrantes Barrantes

**Correo Electrónico:** edwin.barrantes@ucr.ac.cr

**Horario de Consulta:** K: 13:00 a 15:00

---

### 1. Descripción del curso

El aumento de la población y el nivel de vida, los cambios en los hábitos de alimentación y una mayor demanda mundial de alimentos, son factores que ejercen una importante presión sobre los recursos hídricos. Ante esta situación, es imperante regular los usos que se le dan al agua para permitir satisfacer óptimamente la totalidad de las necesidades, evitar el desperdicio, asegurar su saneamiento e impedir las degradaciones de los cuerpos de agua.

En Costa Rica cerca del 90% de las aguas residuales no son tratadas antes de llegar a los ríos u otros cuerpos de agua (IV Estado de la Nación, 2011). Es por ello, que brindar las herramientas y la información necesaria sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales es una tarea urgente que debe ser llevada por la academia, en este caso la Universidad de Costa Rica. En este sentido, el curso de saneamiento del agua busca que los participantes reflexionen sobre situación desde una perspectiva de sostenibilidad y sobre el papel tan importante que asume la tecnología como parte de la solución a la crisis ambiental actual y más específicamente sobre el deterioro de la cantidad y calidad del recurso hídrico como consecuencia de las actividades antrópicas. Se pretende fomentar, concientizar y mejorar técnicamente el uso y el saneamiento de las aguas residuales, ya sean por métodos ordinarios o alternativos que conlleve a una eficiente remoción de los contaminantes, generando una disminución de las enfermedades relacionadas con el agua, la posibilidad del reúso, minimizando el gasto y con ello reduciendo el impacto negativo ambientales.

---



## 2. Objetivo General

Comprender los tipos de contaminantes presentes en las aguas residuales, así como los procesos físicos, químicos y biológicos que se pueden implementar en los sistemas ordinarios y alternativos para el saneamiento de las aguas residuales.

---

## 3. Objetivos específicos

- a) Establecer las características físico-químicas y biológicas del agua y sus principales contaminantes.
  - b) Explicar los principales sistemas ordinarios y alternativos en el tratamiento de aguas residuales.
  - c) Determinar las etapas que componen un sistema de tratamiento de aguas residuales.
  - d) Exponer los procesos físicos-químicos y biológicos que se aplican en los sistemas de tratamiento de agua residuales.
  - e) Identificar los problemas más comunes que se presentan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y sus posibles soluciones.
- 

## 4. Contenidos

- a) La química del agua, generalidades
- b) Contaminantes del agua
- c) Fuentes de generación de las aguas residuales y su impacto en el ambiente
- d) Caracterización de las aguas residuales
- e) Normativa implicada en el tratamiento de aguas residuales
- f) Componentes de un sistema de tratamiento.
  - I. Pre tratamiento
  - II. Tratamiento primario,
  - III. Tratamiento secundario
  - IV. Tratamiento terciario
  - V. Potabilización del agua
- g) Sistemas de tratamiento de aguas residuales
  - I. Trampa de grasas
  - II. Tanques sépticos
  - III. Sedimentadores
  - IV. Tanques Imhoff
  - V. Humedales artificiales
  - VI. Biodiscos
  - VII. Filtros percoladores
  - VIII. Lagunas de estabilización
  - IX. Biojardineras
  - X. Filtros de arena y carbón activado
  - XI. Reactor anaeróbico – UASB
  - XII. Lodos activados
- h) Principales procesos físico-químicos en el tratamientos de aguas residuales
  - I. Coagulación y floculación química
  - II. Decantación y flotación
  - III. Sedimentación



- IV. Oxidación química
  - V. Precipitación química
  - VI. Intercambio iónico
  - VII. Tratamiento por membrana
  - VIII. Micro, ultra y nano filtración
  - IX. Osmosis inversa
  - X. Electrodiálisis
  - i) Procesos biológicos para el saneamiento de las aguas residuales
    - I. Microorganismos implicados en los procesos del tratamiento
    - II. Introducción a los procesos de tratamiento biológicos.
    - III. Procesos biológicos aeróbico
    - IV. Procesos biológicos anaeróbicos
  - j) Naturaleza, estabilización y espesamiento de lodos
    - I. Digestión anaeróbica y tratamiento de lodos
    - II. Deshidratación, secado e incineración de lodos
  - k) Tratamientos de efluentes urbanos
  - l) Tratamiento de aguas residuales industriales
  - m) Tratamiento de aguas especiales
  - n) Reutilización o vertido de las aguas residuales tratadas
- 

#### 4. Metodología

Es importante que el estudiante asista a las lecciones con el material previamente estudiado, realizando una lectura analítica de los diferentes temas a desarrollar durante el curso.

Las clases serán de índole expositiva-participativa mediante una estrategia de enseñanza analítica-científica y experimental, que brinde la información necesaria para la comprensión óptima de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en las que se explicarán los aspectos más relevantes dentro del saneamiento de aguas. Se realizarán prácticas tanto de campo como en el laboratorio y se visitará algún lugar donde se implemente un sistema de tratamiento de aguas.



## Evaluación

<i>Descripción</i>	<i>Porcentaje</i>
Elaboración y presentación del trabajo de investigación final	30 %
Estudios de caso, Lecturas, prácticas, tareas, participación.	25%
Giras e Informes (pendientes de confirmación)	15 %
Evaluación final y Quices	30%
<b>Total:</b>	<b>100%</b>

### 5.1. Desglose de Evaluación

#### 5.1.1. Trabajo de Investigación 30%:

Avance del Trabajo: 5 %,

Valor del Trabajo final **20%**, presentación **5%**.

#### 5.1.2. Giras 15%: asistencia 5% y Método evaluativo 10%.

#### 5.1.3. Análisis de Casos, participación, Lecturas, tareas, etc. 25%.

#### 5.1.4. Examen final 20% y Quices 10%

### Consideraciones sobre la evaluación

Todos los trabajos y tareas deberán entregarse por medio de la plataforma de mediación virtual en la fecha programada, solo en casos muy justificados se reprogramará la entrega, con la rebaja del porcentaje inicial un por ciento por día de atraso hasta el tercer día natural, después del tercer día no se recibirá ningún trabajo.

La asistencia a las giras es obligatoria, en caso excepcional que el estudiante no asistiera a la gira se le asignará un trabajo de investigación individual (obtendrán solo el valor de método evaluativo), previa presentación de justificación escrita con los comprobantes respectivos.

## 5. Cronograma

Semana 1	Actividades
<b>12 de Marzo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentación del curso.</li> <li>▪ <b>Clase 1:</b></li> <li>▪ Generalidades, característica, definiciones, composición química del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción del curso.</li> <li>▪ Entrega y explicación del programa curso.</li> <li>▪ Expectativas acerca del curso, motivación y tema generador.</li> <li>▪ Dinámica de integración de grupos.</li> </ul>
<b>Semana 2</b>	<b>Actividades</b>
<b>19 de Marzo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Clase 2:</b></li> <li>a) Contaminantes del agua</li> <li>b) Fuentes de generación de aguas residuales y su impacto en el ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase expositiva por parte del docente.</li> <li>▪ Conversatorio y discusión sobre los temas vistos en clase.</li> <li>▪ <b>Asignación de Tarea #1</b></li> </ul>
<b>Semana 3</b>	<b>Actividades</b>



26 de Marzo	
▪ <b>Libre Semana Santa</b>	▪ <b>Libre Semana Santa</b>
<b>Semana 4</b>	<b>Actividades</b>
02 de Abril	
▪ <b>Clase 3:</b> a) Caracterización de las aguas residuales. b) Normativa implicada en el tratamiento de aguas residuales.	▪ <b>Entrega de Tarea #1.</b> ▪ Clase interactiva, discusión grupal. ▪ Síntesis por parte del profesor de puntos importantes a tomar en cuenta. ▪ Discusión de trabajos y la relación con los estudios de caso.
<b>Semana 5</b>	<b>Actividades</b>
09 de Abril	
▪ <b>Clase 4:</b> ▪ Componentes de un sistema de tratamiento.	▪ Clase expositiva por parte del docente. ▪ Análisis y discusión grupal sobre ejemplos. ▪ <b>Definición de los temas de investigación final.</b>
<b>Semana 6</b>	<b>Actividades</b>
16 de Abril	
▪ <b>GIRA #1.</b> (Tentativamente PTAR Los Tajos).	▪ Visita al área seleccionada ▪ Discusión grupal de los objetivos alcanzados en la gira de campo.
<b>Semana 7 y 8</b>	<b>Actividades</b> <b>Semana U Abril</b>
23 y 30 de Abril	
▪ <b>Clase 5 y 6:</b> ▪ Sistemas de tratamiento de aguas residuales.	▪ <b>Semana U</b> ▪ Clases expositivas por parte del profesor. ▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase aplicándolo a un estudio de caso. ▪ <b>Asignación de Tarea # 2 (30 de Abril).</b>
<b>Semana 9 y 10</b>	<b>Actividades</b>
07 y 14 de Mayo	
▪ <b>Clase 7 y 8:</b> ▪ Principales procesos físico-químicos en el tratamiento de aguas residuales.	▪ Clase expositiva por parte del docente. ▪ Discusión grupal. ▪ Trabajos en equipo. ▪ <b>Entrega de Tarea #2 (06 de Mayo)</b> ▪ Componentes de un sistema de tratamiento.
<b>Semana 11 y 12</b>	<b>Actividades</b>
21 y 28 de Mayo	
▪ <b>Clase 9 y 10:</b> ▪ Procesos biológicos para el saneamiento de las aguas residuales.	▪ Clase interactiva. ▪ Discusión grupal. ▪ Trabajos en equipo. ▪ <b>Adelanto de trabajo de investigación final (20 Mayo).</b>



<b>Semana 13</b>	<b>Actividades</b>
04 de Junio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Gira #2. Días 4 y 5 de Junio. (Tentativamente, Miramar y Marina Pez Vela Papagayo, Guanacaste)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visita al área seleccionada.</li> <li>▪ Mesa redonda para comentar lo aprendido.</li> </ul>
<b>Semana 14</b>	<b>Actividades</b>
11 de Junio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Clase 11:</b></li> <li>▪ Naturaleza, estabilización y espesamiento de lodos.</li> <li>▪ Procesos para el tratamiento y desinfección de lodos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase expositiva por parte del profesor.</li> <li>▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase aplicándolo a un ejemplo, puesto por el profesor.</li> </ul>
<b>Semana 15</b>	<b>Actividades</b>
18 de Junio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Clase 12:</b></li> <li>▪ Tratamientos de efluentes urbanos, tratamiento de aguas residuales industriales y/o especiales.</li> <li>▪ Reutilización o vertido de las aguas residuales tratadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase magistral.</li> <li>▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase con un estudio de caso.</li> <li>▪ <b>Entrega de trabajo final de investigación (Sábado 23 Junio).</b></li> </ul>
<b>Semana 16</b>	<b>Actividades</b>
25 de Junio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajos de Finales de Investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los grupos realizan las exposiciones de sus trabajos de investigación.</li> </ul>
<b>Semana 17</b>	<b>Actividades</b>
02 de Julio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluación Final del curso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comentarios finales y cierre del curso.</li> </ul>
<b>Semana 18</b>	<b>Actividades</b>
09 de Julio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exámenes de Ampliación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega de promedios finales</li> </ul>



## 6. Bibliografía

- Álvarez, J., & Bécares, E. 2007. El papel de la vegetación en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. Instituto de Medio Ambiente (IMA), Universidad de León, Calle de La Serna, 56(24007), 24-28.
- Aguilar, M. I. 2002. Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación-floculación. EDITUM.
- Barkin, D. 2006. La gestión del agua urbana en México. Universidad de Guadalajara.
- Bermúdez, R., Rodríguez, S., Martínez, M. D. L. C., & Terry, A. 2003. Ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. *Tecnología Química*, 23(2), 37-44.
- Cano, A. L. 2003. Depuración de aguas residuales mediante humedales artificiales: La EDAR de los Gallardos (Almería). In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 99-112). Instituto de Estudios Almerienses.
- Elisabeth, B., César, J., Edixon, G., & Nola, F. 2003. Tratamiento aeróbico de dos efluentes industriales utilizando reactores biológicos rotativos de contacto. *Multiciencias*, 3(2).
- García, O. N. 2006. Lodos residuales: estabilización y manejo. *Caos conciencia*, 1, 51-58.
- Henry, J.G. & G.W. Heinke. 1999. *Ingeniería ambiental*. 2a ed. Prentice Hall, México. 778 p.
- Kiely, G. 1999. *Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. McGraw-Hill, Madrid. 1331 p.
- López, M. M., Lavín, A. G., & Andrés, H. S. 1996. Biosólidos generados en la depuración de aguas (I): Planteamiento del problema. *Ingeniería del agua*, 3(2), 47-62.
- Melgarejo, M. J. 2009. Efectos ambientales y económicos de la reutilización del agua en España.
- Menendez, L. 2007. *Procesos para el Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Industriales*. Editorial Félix Varela. Plaza de la Revolución CP 10400. Ciudad de La Habana.
- Novelo, R. M., Borges, E. C., Riancho, M. R. S., Franco, C. Q., Vallejos, G. G., & Mejía, B. J. 2004. Tratamiento fisicoquímico de los lixiviados de un relleno sanitario. *Ingeniería*, 8(2), 155-163.
- Ruiz, A. & Giraldo, L. 2012. Diseño de una celda de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea. *Revista Universidad EAFIT*, 43(147), 56-67.
- Rodríguez, S. 2000. *Manual de legislación ambiental: Ley Orgánica del Ambiente, concordada, jurisprudencia Constitucional y legislación relacionada anexos*. Investigaciones Jurídicas, San José. 363 p.
- Zeledón, R. 1998. *Código ambiental*. Editorial Porvenir, San José. 316 p.
- Vega, JC. 2007. *Química del Medio Ambiente*. D.F., México. 234 p.

## Infografía Hostigamiento Sexual y Discriminación

Atendiendo a lo solicitado en la circular [VD-12-2021](#), se incluye lo siguiente:

### ¿Sabés qué es el Hostigamiento Sexual?

Es una **conducta sexualizada, indeseada** por quien la recibe. Puede ser repetida o darse una vez, si es grave y **causa efectos perjudiciales en la víctima.**

#### ¿Cómo se regula en la universidad?

La UCR cuenta con el **Reglamento contra Hostigamiento Sexual**, reformado en el 2020, que se aplica tanto a la **comunidad estudiantil**, como a **personal docente y administrativo**, y ahora también a las **personas que tienen relaciones contractuales no laborales con la universidad** (convenios, tratados, etc.

Recordá que **el tiempo para denunciar es de 2 años** a partir del último hecho de hostigamiento, o bien desde que cesó la causa que no te permitía denunciar

#### ¿Cuáles son algunos ejemplos de Hostigamiento Sexual?

- **No verbales:** miradas intrusivas, sonidos, silbidos, dibujos sexualizados.
- **Verbales:** 'piropos', invitaciones insistentes a salir, comentarios sexualizados, propuestas sexuales
- **Escritos:** correos, chats, fotografías, imágenes, mensajes sexualizados
- **Físicos:** toqueteos, abrazos, besos, etc.

#### ¿Cómo puedo denunciar?

La denuncia se interpone en la **Comisión Institucional contra Hostigamiento Sexual**. Puede ser de manera física o mediante correo electrónico.

También, podés **buscar ayuda** primero en la **Defensoría contra Hostigamiento Sexual** para tener acompañamiento legal y psicológico, antes de denunciar.

#### ¿Cómo se me protege mientras dura el procedimiento?

El reglamento permite **solicitar medidas cautelares o de protección**, para que la persona denunciante esté segura durante el procedimiento.

Por ejemplo, puede **solicitar un cambio de grupo** si comparte clase con la persona hostigadora, o bien **solicitar que la persona denunciada no le contacte por ningún medio**.

#### ¿Cuáles son los contactos de apoyo?

**Comisión institucional contra el Hostigamiento Sexual:**  
Podés enviar tu denuncia.  
[comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr](mailto:comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr)  
2511-4898

**Defensoría contra Hostigamiento Sexual:**  
Podés solicitar, de manera gratuita, asesoramiento legal y acompañamiento psicológico durante el proceso. Contactanos si tenés preguntas, si necesitás ayuda para redactar tu denuncia o apoyo para interponerla.  
Correo: [defensoriahs@ucr.ac.cr](mailto:defensoriahs@ucr.ac.cr)  
Teléfono: 2511-1953

¡Escaneá para leer el Reglamento!

