UNIVERSIDAD NACIONAL

Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

Escuela de Ciencias Ambientales

Programa 2019

|  |  |
| --- | --- |
| Curso: | Laboratorio de Sistemas de Tratamiento de Aguas |
| Código: | AME-423L |
| Carrera: | Ingeniería en Gestión Ambiental |
| Nivel: | 4 |
| Ciclo: | I-2019 |
| Créditos: | 2 |
| Horas semanales: | Teoría: 00; Práctica: 00; Laboratorio: 03 Trabajo independiente: 02; Gira: 0 |
| Requisitos: | Medición de Agentes Contaminantes, Ingeniería y Saneamiento Ambiental |
| Co-requisito | Sistemas de Tratamiento de Aguas |
| Profesor: | M.Sc María Chaves Villalobos |
| Horario de clases: | Teoría: Martes 13:30-16:30 |
| Atención a  estudiantes: | Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO) Miércoles 10:00 am a 11:00 am |
| Correo electrónico: | [maria.chaves.villalobos@una.cr](mailto:maria.chaves.villalobos@una.cr) |
| Sitio web: | [www.edeca.una.ac.cr](http://www.edeca.una.ac.cr/) |
| Eje temático: | Diseño de procesos y Tecnologías Ambientales |
| Ejes curriculares: | Tecnologías y Procesos Sostenibles, Salud y Ambiente |

## Introducción

## El curso proporciona los elementos prácticos de los procesos de tratamiento y disposición del recurso hídrico que el estudiante debe aprender para enfrentarse a situaciones reales de toma de decisiones, tales como dosis adecuadas de desinfección, función de microorganismos en la descomposición de la materia orgánica, el papel de los sólidos en el tratamiento de aguas, entre otros. Después de este curso el estudiante será capaz de conocer los parámetros que pueden influir en la factibilidad de implementación y selección de una tecnología, como el tiempo de retención hidráulica, tipos de sólidos y tratamiento, entre otros necesarios para el tratamiento de aguas residuales y/o potables. El estudiante estará en capacidad de diseñar un modelo pequeño de un sistema de tratamiento que deberá construir para entender a micro escala el funcionamiento de un reactor aerobio.

## Objetivos:

* 1. **General:**

Adquirir el criterio técnico y juicio necesario en la gestión de temas relacionados a calidad del agua, para establecer cuales medidas deben implementarse para remediar o mejorar algún problema de contaminación.

* 1. **Objetivos específicos:**

1. Conocer la aplicación y efectividad de algunos sistemas de tratamiento de agua potable y aguas residuales.
2. Conocer los parámetros de control que deben ser regulados durante la implementación de sistemas de tratamiento de aguas y aprender técnicas y herramientas utilizadas para controlar los parámetros fisicoquímicos, durante la operación de las plantas.
3. Que el estudiante tenga la capacidad de seleccionar tecnologías de acuerdo con las capacidades económicas, ambientales, sociales y de composición del agua a la que se le requiere dar tratamiento.
4. Utilizar modelos computacionales para optimizar unidades o sistemas de tratamiento de aguas.
5. **Competencias**

Los objetivos y contenidos del curso buscan que los estudiantes, al finalizar este, desarrollen las siguientes competencias:

* Capacidad de tomar decisiones basadas en criterios objetivos (evidencia científica o casos de simulación disponibles).
* Capacidad de análisis y argumentación.
* Demuestra respeto a la diversidad de opiniones y tipos de pensamiento.
* Capacidad para integrarse rápidamente y trabajar eficientemente en equipos inter, multi y trans disciplinares, así como de colaborar en un entorno multicultural.
* Comunica sus ideas de forma escrita, oral, gráfica y corporal.
* Desarrolla habilidades para el trabajo de campo.
* Conoce y manipula equipos utilizados en el tratamiento de aguas residuales.
* Desarrolla destrezas en análisis de datos a partir de resultados obtenidos.

## Contenido

1. **Sistemas de desinfección**
   1. Desinfección en sistemas de abastecimiento de agua potable.
   2. Cloro Total y Residual.
   3. Curva de Demanda de Cloro.
   4. Cálculos para dosificación de desinfectantes.
   5. Desinfección en aguas residuales.
2. **Tratamiento primario**
   1. Sedimentación discreta y floculenta.
   2. Prueba de Jarras.
   3. Optimización de la dosificación de coagulantes.
   4. Efecto del pH.
   5. Diseño de sistemas de sedimentación en aguas residuales.
   6. Sedimentación tipo I para tratamiento de aguas naturales para uso y consumo humano.
3. **Tratamiento secundario**
   1. Parámetros requeridos para el diseño de reactores biológicos.
   2. Evaluación de eficiencia de reactores biológicos.
   3. Mediciones básicas de monitoreo (pH, oxígeno disuelto, caudales, etc.).
   4. Práctica para la determinación de SSV
   5. Evaluación de la distribución de tiempos de residencia en reactores.
   6. Reactores prototipo de laboratorio.
   7. Evaluación de sistemas de tratamiento de aguas por lodos activados.
4. **Tratamiento de lodos**
   1. Medición de pH en lodos
   2. Medición de % de humedad en lodos
   3. Estabilización con cal

## Cronograma y planeamiento de actividades

| **Semana** | **Fecha** | **Tema** | **Actividades** | **Materiales de apoyo** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 12 de febrero | Introducción al curso | Lectura y discusión de la carta al estudiante | Programa del curso |
| 2 | 19 de febrero | Desinfección: Curva de Demanda de Cloro | Trabajo de laboratorio: Realización de la curva de demanda de cloro, realización de la gráfica y determinación de la ecuación de la recta para comprender los factores que inciden en una desinfección. | Práctica facilitada por la profesora. Artículo Científico |
| 3 | 26 de febrero | Sedimentación I | Trabajo de laboratorio: Realización de la práctica de sedimentación y quiz #1, para comprender los factores de influencia en el tratamiento primario y secundario de aguas residuales | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 5 del Libro Purificación del Agua |
| 4 | 5 de marzo | Reactores Biológicos I parte | Trabajo de laboratorio: Realización de la práctica de reactores, para comprender los factores de influencia en el tratamiento secundario y terciario de aguas residuales y quiz #2 | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 16 (Romero) |
| 5 | 12 de marzo | Reactores Biológicos I parte | Trabajo de laboratorio: Realización de la práctica de reactores, para comprender los factores de influencia en el tratamiento secundario y terciario de aguas residuales y quiz #3 | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 16 (Romero) |
| 6 | 19 de marzo | Reactores Biológicos II parte: (SSV) | Trabajo de laboratorio: Realización de la práctica de SSV, para comprender los factores de influencia tales como los SSV que intervienen en el diseño del tratamiento secundario y terciario de aguas residuales | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 17 (Romero)tica facilitada por la profesora |
| 7 | 26 de marzo | Reactores Biológicos II parte: (SSV) | Trabajo de laboratorio: Realización de la práctica de SSV, para comprender los factores de influencia tales como los SSV que intervienen en el diseño del tratamiento secundario y terciario de aguas residuales | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 17 (Romero)tica facilitada por la profesora |
| 8 | 02 de abril | Reactores Biológicos II: (SSV) | Trabajo de laboratorio: Finalización de la práctica de SSV, para comprender los factores de influencia tales como el tiempo de residencia hidráulico que intervienen en el diseño del tratamiento secundario y terciario de aguas residuales y quiz # 4 | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 17 (Romero) |
| 9 | 09 de abril | Prueba de Sedimentabilidad en lodos | Trabajo de laboratorio: Finalización de la práctica de SSV, para comprender los factores de influencia tales como la edad de los lodos, tipos de microorganismos, etc y quiz # 5 | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 26 (Romero) |
| 10 | 16 de abril | **SEMANA SANTA** | | |
| 11 | 22, 23 y 24 de abril | **GIRA DE CAMPO 1** | | |
| 12 | 30 de abril | Medición de % de humedad en lodos (salida del STAR)  Medición de pH en lodos | Trabajo de laboratorio: Determinación de variables de influencia en lodos, para realizar cálculos de diseño de tratamiento y toma de decisiones en el destino final de los mismos Quiz # 6 | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 26 (Romero) |
| 13 | 07 de mayo | Estabilización con cal y finalización de la práctica anterior | Trabajo de laboratorio: Determinación de variables de influencia en lodos, para realizar cálculos de diseño de tratamiento y toma de decisiones en el destino final de los mismos | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 26 (Romero |
| 14 | 14 de mayo | **GIRA DE CAMPO 2** | | |
| 15 | 21 de mayo | Medición de % de humedad en lodos (Prensados previo disposición final)  Medición de pH en lodos | Trabajo de laboratorio: Determinación de variables de influencia en lodos, para realizar cálculos de diseño de tratamiento y toma de decisiones en el destino final de los mismos. | Práctica facilitada por la profesora, Capítulo 26 (Romero) |
| 16 | 28 de mayo | Elaboración de reportes operacionales de Aguas Residuales | Se procederá a explicar el sistema SIRROAR del Ministerio de Salud para elaboración de reportes operacionales | Sistema SIRROAR  Multimedia y conexión a internet |
| 17 | 4 de junio | **PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN** | | |
| ***Entrega de notas ordinarias: viernes 7 de junio de 2018*** | | | | |
| ***Examen Extraordinario: viernes 14 de junio de 2018*** | | | | |

## Metodología

El curso combina sesiones de clases magistrales cortas por parte del profesor con el desarrollo de prácticas de laboratorio de acuerdo al cronograma correspondiente; empleando recursos como multimedia, equipo de laboratorio y visitas de campo. El estudiante está en la obligación de estudiar las prácticas asignadas por el profesor antes de cada sesión. Se harán exámenes cortos para comprobar que el estudiante viene preparado para la práctica de laboratorio. Las giras de campo vendrán a complementar el trabajo experimental desarrollado durante las sesiones de laboratorio.

Finalmente, el estudiante deberá desarrollar una propuesta en mejora de diseño para una planta de tratamiento de agua residual, en la que deberá emplear las herramientas suministradas en el desarrollo del curso, para mejorar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales y ayudar a la sostenibilidad ambiental.

Para darle mayor amplitud y oportunidades de mejora a su proyecto, el estudiante visitará en dos oportunidades, plantas de tratamiento de condiciones óptimas, con el fin de que evalúen cuales son los componentes de ese sistema que permiten que las aguas tratadas, salgan con la calidad adecuada según normativa.

## Evaluación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Asignación** | **Porcentaje de la nota final** | **Fecha de entrega**  (Estudiante) | **Fecha de entrega**  (Docente) |
| 5 Informes de Práctica\* | 40% | 26 de febrero, 05 y 19 de marzo, 09 de abril, 07 de mayo | 10 días hábiles posteriores a la recepción |
| Exámenes Cortos | 15% | 27 de febrero, 06,13 de marzo, 02, 09 y 30 de abril | 10 días hábiles posteriores a la recepción |
| Trabajo Acción sustantiva Extensión | 10 | 14 de mayo | 10 días hábiles después de entregado el producto |
| Propuesta de mejora de un Sistema de tratamiento de Agua Residual de una empresa con problemas de operación | 15 | 31 de mayo | 10 días hábiles después de entregada la propuesta |
| Trabajo Final \*\* | 25% | 04 de junio | 10 días hábiles posteriores a la recepción |

\*Se entregan mediante el aula virtual en formato editable para recibir las correcciones correspondientes en control de cambios.

\*\*La Guía del trabajo final se entregarán en la semana 4.

1. **Prácticas desarrolladas en el Laboratorio:**

La asistencia a las clases es de **carácter obligatorio**, en cada práctica se realizará un quiz que involucre la materia vista en clases anteriores, así como conceptos teóricos de la práctica a realizar.

Los quices se realizarán de forma individual y tienen un valor del 15% de la nota final.

1. **Informes de Práctica:**

7 días después de cada práctica concluida el estudiante deberá entregar un informe en donde se incluyen los siguientes contenidos:

|  |  |
| --- | --- |
| **Apartado** | **Valor %** |
| Marco Teórico | 20 |
| Metodología: Deberá contener los siguientes ejes:  1. Equipo Utilizado  2. Reactivos o materiales químicos, así como la tabla de riesgos y cuidados en su manipulación  3. Herramientas del Laboratorio  4. Descripción breve de la técnica utilizada, utilizando pasado para la escritura de los verbos | 10 |
| Resultados | 15 |
| Discusión | 35 |
| Conclusiones | 15 |
| Bibliografía | 5 |
| **Total** | **100 %** |

Los recursos bibliográficos deberán ser actualizados, **con no menos de 5 años** de publicación, se deberá trabajar con al menos 3 referencias bibliográficas de publicaciones científicas o libros, la referencia de sitios web deben contener peso científico y la forma de escribir las referencias debe seguir la estructura APA.

La rúbrica que se seguirá para la evaluación de los informes de práctica se muestra a continuación.

El formato de presentación de informes es tipo artículo científico**, en dos columnas**, se debe realizar en grupos en el formato que se les compartirá mediante aula virtual la segunda semana de clases.

**Rúbrica para los informes de práctica**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Criterio | Excelente (5) | Muy bueno (4) | Bueno (3) | Regular (2) | Deficiente (1) |
| Marco teórico | Realiza una revisión bibliográfica donde plantea ordenadamente el tema de investigación, su importancia e implicaciones. -Incluye las referencia bibliográficas en el texto  - No debe ser copia fiel de los textos consultados | Realiza una revisión bibliográfica donde plantea ordenadamente el tema de investigación, su importancia e implicaciones. - No incluye las referencia bibliográficas en el texto, pero si en el apartado correspondiente  - No debe ser copia fiel de los textos consultados | Realiza una revisión bibliográfica incompleta  - No incluye las referencia bibliográficas en el texto, pero si en el apartado correspondiente  - Es parcialmente una copia de los textos consultados | Realiza una revisión bibliográfica deficiente  - No incluye las referencia bibliográficas en el texto, ni en el apartado correspondiente  - Es parcialmente una copia de los textos consultados | Es incongruente al tema  -Es una copia fiel de los textos consultados |
| Metodología | Evidencia un amplio entendimiento de la metodología vista en clase, e incluye los 4 ejes principales de la metodología | Evidencia un entendimiento importante de la metodología vista en clase, e incluye los 3 ejes principales de la metodología | Evidencia un entendimiento aceptable de la metodología vista en clase, e incluye los 3 ejes principales de la metodología | Evidencia un entendimiento limitado de la metodología vista en clase, e incluye los 2 ejes principales de la metodología | Evidencia un entendimiento deficiente de la metodología vista en clase, e incluye los 1 eje principal de la metodología |
| Resultados | Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos claramente identificados. -Incluye las fórmulas y sustituciones empleadas en al menos una muestra de calculo | Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos pero no los identifica claramente - Incluye las fórmulas y sustituciones empleadas en al menos una muestra de calculo | Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos pero no los identifica claramente -O no incluye las fórmulas y sustituciones empleadas en al menos una muestra de calculo | Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos pero no los identifica claramente -No incluye las fórmulas y sustituciones empleadas en al menos una muestra de calculo | No presenta los resultados obtenidos |
| Discusión | Interpreta y analiza los resultados obtenidos comparativamente con la bibliografía consultada -Indica las aplicaciones teóricas | Interpreta y analiza los resultados obtenidos pero no comparativamente con la bibliografía consultada  -Indica las aplicaciones teóricas | -Interpreta y analiza los resultados obtenidos pero no comparativamente con la bibliografía consultada  -O no indica las aplicaciones teóricas | - Interpreta y analiza los resultados obtenidos pero no comparativamente con la bibliografía consultada -No indica las aplicaciones teóricas | -No Interpreta y no analiza los resultados obtenidos  -Ni tampoco indica las aplicaciones teórica |
| Conclusiones | Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos en base al análisis de los resultados | Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos pero considera muy poco el análisis de los resultados | Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos pero no considera el análisis de los resultados | No redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos -o No considera el análisis de los resultados | No redacta las conclusiones o las copia de textos |
| Bibliografía | Utiliza el estilo editorial de la APA de forma precisa y consistente, además utiliza recurso bibliográfico actualizado. | Utiliza el estilo editorial de la APA de forma adecuada, además utiliza recurso bibliográfico actualizado. | Utiliza el estilo editorial de la APA con fallas menores, además utiliza recurso bibliográfico actualizado. | Utiliza el estilo editorial de la APA con fallas graves, utiliza pocos recursos bibliográficos actualizados. | No utiliza el estilo editorial de la APA ni utiliza recursos bibliográficos actualizados |

## Normativa aplicada

En el curso se aplica íntegramente el Reglamento general sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional (SCU-1816-2008). Se detallas los siguientes artículos.

* 1. Artículo 11 “La obligatoriedad de asistencia presencial de los estudiantes al cursos deberá estar indicada en el respectivo programa de curso, fundamentada en la naturaleza y enfoque metodológico del mismo y en concordancia con la normativa vigente”…. La asistencia a TODAS las clases presenciales es obligatoria (al amparo del acuerdo Consejo Universitario, Art. Tercero, Inciso IV, sesión 1927). Para efectos de este curso la asistencia a TODAS las clases teóricas presenciales, giras y actividades académicas programadas durante el periodo del curso, son de carácter obligatorio. El curso se perderá con tres ausencias (justificadas o injustificadas).
  2. La ausencia deberá justificarse por escrito con los documentos probatorios en un tiempo límite de cinco días hábiles a partir de la ausencia. Como justificación solo se aceptará
     1. en caso de muerte de un familiar directo, acta de defunción de familiar directo y demostración de la línea consanguínea.
     2. en caso de enfermedad dictamen médico de la CCSS ó UNA (no se acepta comprobante de asistencia a cita, solamente dictamen médico, el cual debe indicar el padecimiento que impidió la realización de la actividad programada)
     3. actividades académicas de cursos del mismo nivel, previamente coordinadas entre profesores. Solo las actividades académicas de los cursos del mismo nivel son las que pueden justificarse y se coordinan, y solo podrán ausentarse previa coordinación entre profesores.
     4. No se acepta ausencia por ninguna otra situación.
  3. La reposición de los quices se realizará de forma **ORAL** al finalizar el semestre, después del último producto evaluado y antes de la entrega ordinaria de notas. El mismo será ante un tribunal de profesores conformado por al menos el profesor del curso y un profesor o profesional experto en el tema.
  4. Los reclamos a evaluaciones realizadas deberán realizarse en un período no mayor a cinco días hábiles a la entrega oficial del resultado de la prueba. Posterior a ello no se aceptarán reclamos.
  5. Artículo16. Los procedimientos de evaluación incluidos en el programa del curso sólo podrán ser variados por razones justificadas y por acuerdo del profesor y de los estudiantes, establecido al menos una semana antes de la aplicación del cambio en la evaluación.
  6. Artículo 24 “Se considera plagio la reproducción parcial o total de documentos ajenos presentándolos como propios. En el caso que se compruebe el plagio por parte del estudiante, perderá el curso. Si reincide será suspendido de la carrera por un ciclo lectivo, y si la situación se repite una vez más, será expulsado de la Universidad”. Este artículo se aplicará en las diferentes actividades programadas en el curso, como las tareas, trabajos grupales, informes de gira y trabajos de investigación, si estos no cuentan con las respectivas citas bibliográficas y se presentan como elaboración propia.
  7. Artículo 31 “No se realizarán pruebas extraordinarias en aquellos cursos de naturaleza práctica, laboratorios, seminarios y talleres, así como práctica profesional supervisada”….Este curso por ser de naturaleza teórico –práctico **NO** realiza prueba extraordinaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Romero, J.A. 2010. Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño. Tercera reimpresión, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
2. Metcalf & Eddy. 2000. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Cuarta edición, México, Mc.Graw-Hill Interamericana.
3. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. 2009. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. LIMUSA, Estados Unidos.
4. Arboleda, J. 2000. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Tercera Edición. Mc Graw Hill, Colombia.
5. Orozco, A. 2005. Bioingeniería de Aguas Residuales, Teoría y Diseño. ACODAL, Colombia.
6. Romero, J.A. 1999. Potabilización del Agua. Tercera Edición, Alfaomega, México.

|  |  |
| --- | --- |
| Revisado por: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  M.Sc Manfred Murrell Blanco  Coord. Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental | Aprobado por:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  XXX  Subdirectora Escuela de Ciencias Ambientales |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

M.Sc. María Chaves Villalobos

Profesora del curso