PROGRAMA EDUCATIVO

LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y SUSTENTABILIDAD

EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA: TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA **CLAVE: E-TTA-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura	El estudiante implementará sistemas de tratamiento de agua, a través del diseño básico, control de las variables involucradas y operación de los dispositivos de tratamiento, para contribuir a la mejora de la calidad del agua y al cuidado del ambiente para el cumplimiento de la normatividad aplicable.
Competencia a la que contribuye la asignatura	Ejecutar estrategias tecnológicas para la prevención, control, mitigación o remediación de impactos, de calidad ambiental y seguridad en el ámbito laboral mediante la evaluación de necesidades de calidad del agua, calidad del aire, conservación de suelos, manejo integral de residuos, de riesgos, uso eficiente de la energía, y aspectos de seguridad laboral, que permitan la innovación de los procesos, productos y servicios existentes, considerando su viabilidad ambiental, económica y social.

Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	**9**	**4.687**	**Escolarizada**	**5**	**75**

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Introducción al tratamiento de agua	2	3	5
II. Tratamiento preliminar y tratamiento primario	8	12	20

III. Tratamiento secundario	8	12	20
IV. Tratamiento terciario	8	12	20
V. Tratamiento de lodos	4	6	10
Totales	**30**	**45**	**75**

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Estructurar sistemas de prevención y control de contaminantes en aire, agua y suelo conforme a parámetros técnicos específicos, para la minimización de impactos ambientales y cumplimiento con la normatividad aplicable.	Evaluar los procesos, productos y tecnologías existentes mediante la reingeniería e Ingeniería de bioprocesos ambientales para el diseño y rediseño de tecnología ambiental eficiente y de calidad.	Prepara un informe de resultados de la operación del proceso (aumento de rentabilidad, aumento de satisfacción de clientes, disminución de impactos ambientales, mejora de calidad y productividad, etc.) o de los sistemas de control (funcionalidad respecto al estado anterior, disminución del impacto ambiental y las normas que trata de cumplir.
	Proponer sistemas de control de contaminantes a través de la información de las emisiones de contaminantes por fuente y de la identificación en campo y laboratorio de las mismas, así como de la revisión documental existente, selección de las distintas tecnologías limpias y de control para minimizar sus emisiones de acuerdo a la normatividad y un mejor aprovechamiento de los recursos.	Elabora un proyecto integral que incluya costo-beneficio y que contenga los elementos de la ingeniería de control de contaminantes en agua, aire y suelo tales como: Planos de construcción o fabricación.

Generar productos y procesos ambientales mediante la investigación aplicada para el desarrollo sostenible.	Evaluar los parámetros técnicos específicos de los sistemas de control implementados mediante el análisis de resultados de los procesos productivos, de laboratorio y pruebas de monitoreo para corroborar la eficiencia y eficacia del sistema y la aplicación de tecnologías.	Presenta un diagnóstico de la tecnología ambiental diseño de la reingeniería de proceso, incluyendo las memorias de cálculo que utilizó para ello y un prototipo.

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción al tratamiento de agua					
Propósito esperado	El estudiante determinará el origen de las aguas a tratar a partir del uso consuntivo para verificar el cumplimiento normativo.					
Tiempo Asignado	**Horas del Saber**	2	**Horas del Saber Hacer**	3	**Horas Totales**	5

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Uso consuntivo del agua.	Describir el uso consuntivo del agua y sus impactos al ambiente.	Establecer los usos consuntivos del agua y sus impactos ambientales generados.	a) Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático para resolver problemas prácticos en el ámbito de aguas residuales, con base a los conocimientos adquiridos en la materia. b) Asumir responsabilidad, honestidad y profesionalismo al realizar actividades individuales y trabajo en equipo. c) Ejercer la capacidad para el desarrollo del aprendizaje de forma autónoma, trabajo organizado, puntualidad, orden y limpieza en las actividades, prácticas de
Origen de las aguas residuales.	Identificar los tipos de agua residual de acuerdo a su origen.	Evaluar el agua residual con las características físicoquímicas y biológicas que presenta.	
Normatividad en materia hídrica.	Identificar la normatividad aplicable en el tema de reúso, consumo humano y descarga del agua.	Determinar la normatividad aplicable según corresponda al reúso, consumo o descarga del agua.	

			laboratorio, reportes y tareas. d) Ejercer de manera responsable, ética, profesional los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad, su entorno y el medio ambiente.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos Equipos colaborativos Tareas de investigación	Material y equipo audiovisual Bibliografía relacionada con el tema Ley de aguas Nacionales (LAN) Visita guiada	**Laboratorio / Taller**	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden y analizan la generación de aguas residuales a partir del uso consuntivo del agua.	A partir de un debate analizar y reflexionar sobre el impacto del uso consuntivo del agua, apegado a los lineamientos y normas establecidas.	Estudio de casos Guía de observación

Unidad de Aprendizaje	II. Tratamiento preliminar y tratamiento primario					
Propósito esperado	El estudiante explicará las características, funcionamiento, ventajas y desventajas de los dispositivos de pretratamiento y tratamiento primario de aguas residuales para la selección de la tecnología adecuada a las características del agua a tratar.					
Tiempo Asignado	**Horas del Saber**	8	**Horas del Saber Hacer**	12	**Horas Totales**	20

Temas	**Saber** **Dimensión Conceptual**	**Saber Hacer** **Dimensión Actuacional**	**Ser y Convivir** **Dimensión Socioafectiva**
Dispositivos de desbaste	Distinguir los diferentes tipos de dispositivos para desbaste según las características del agua a tratar.	Seleccionar dispositivos de tratamiento preliminar de aguas residuales. Determinar las variables involucradas en la operación y diseño de sistemas de tratamiento preliminar de aguas residuales.	a) Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático para resolver problemas prácticos en el ámbito de aguas residuales, con base a los conocimientos adquiridos en la materia. b) Asumir responsabilidad, honestidad y profesionalismo al realizar actividades individuales y trabajo en equipo. c) Ejercer la capacidad para el desarrollo del aprendizaje
Sedimentadores	Distinguir los diferentes tipos de sedimentadores en función de las características del agua a tratar.	Construir un prototipo a escala de un sedimentador.	
Coagulación-Floculación	Diferenciar las variables de operación del proceso de coagulación-floculación.	Evaluar la operación de un proceso de coagulación-floculación.	

Sistemas de Flotación	Explicar el funcionamiento de los sistemas de flotación.	Evaluar un sistema de flotación (DAF) de tratamiento de agua residual.	de forma autónoma, trabajo organizado, puntualidad, orden y limpieza en las actividades, prácticas de laboratorio, reportes y tareas. d) Ejercer de manera responsable, ética, profesional los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad, su entorno y el medio ambiente.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Equipos colaborativos Análisis de casos	Visita guiada Material y equipo audiovisual Computadora Internet Material, equipos y reactivos de laboratorio.	**Laboratorio / Taller**	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes justifican la selección de los dispositivos de pretratamiento y tratamiento primario de aguas residuales.	A partir de un caso de estudio explicar y justificar los diferentes tipos de dispositivos de pretratamiento y tratamiento de aguas residuales.	Proyecto grupal y/o individual Cuestionario

Unidad de Aprendizaje	III. Tratamiento secundario					
Propósito esperado	El estudiante implementará el tratamiento secundario del agua residual en función de sus características, para la mejora de su calidad.					
Tiempo Asignado	**Horas del Saber**	8	**Horas del Saber Hacer**	12	**Horas Totales**	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción al tratamiento biológico.	Explicar los principios y fundamentos del tratamiento biológico, metabolismo y principales microrganismos relacionados.	Evaluar diversas muestras de microrganismos.	a) Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático para resolver problemas prácticos en el ámbito de aguas residuales, con base a los conocimientos adquiridos en la materia. b) Asumir responsabilidad, honestidad y profesionalismo al realizar actividades individuales y trabajo en equipo. c) Ejercer la capacidad para el desarrollo del aprendizaje de forma autónoma, trabajo organizado, puntualidad, orden y limpieza en las actividades, prácticas de
Tratamiento aerobio: SBR, Lodos activados, Lagunas de estabilización y filtros percoladores.	Describir las características de operación de los reactores biológicos: mezcla completa, flujo pistón, discontinuo, etc. así como las características de los tratamientos biológicos aerobios, su proceso, eficiencia, parámetros de diseño básico y su operación.	Operar un sistema de lodos activados.	
Tratamiento anaerobio: RAFA (UASB)	Describir las características de los tratamientos biológicos anaerobios, su proceso, eficiencia, parámetros de diseño básicos y su operación.	Diseñar un tratamiento anaerobio tipo RAFA.	

			laboratorio, reportes y tareas. d) Ejercer de manera responsable, ética, profesional los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad, su entorno y el medio ambiente.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Equipos colaborativos Análisis de casos	Visita guiada Material y equipo audiovisual Pintarron Computadora Internet Material, equipos y reactivos de laboratorio Planta piloto de lodos activados	**Laboratorio / Taller**	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes justifican la selección del tratamiento biológico del agua residual en función de sus características.	A partir de un caso de estudio elaborar un reporte de propuesta de tratamiento biológico.	Rubrica de evaluación de reporte Cuestionario

Unidad de Aprendizaje	IV. Tratamiento terciario					
Propósito esperado	El estudiante implementará el tratamiento terciario de aguas residuales para obtener agua para reuso o descarga que cumpla con la normatividad vigente.					
Tiempo Asignado	**Horas del Saber**	8	**Horas del Saber Hacer**	12	**Horas Totales**	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción al tratamiento terciario.	Explicar los principios y fundamentos del tratamiento terciario de aguas.	Establecer principios y fundamentos del tratamiento terciario.	a) Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático para resolver problemas prácticos en el ámbito de aguas residuales, con base a los conocimientos adquiridos en la materia. b) Asumir responsabilidad, honestidad y profesionalismo al realizar actividades individuales y trabajo en equipo. c) Ejercer la capacidad para el desarrollo del aprendizaje de forma autónoma, trabajo organizado, puntualidad, orden y limpieza en las actividades, prácticas de
Filtros granulares	Describir los diferentes tipos de filtración en medio granular para el tratamiento de agua. Explicar el proceso de filtración con medios granulares para el tratamiento de agua.	Evaluar y proponer las tecnologías de filtración aplicables a un tratamiento terciario de agua.	
Filtración con membrana	Describir los diferentes tipos de filtración con membrana para el tratamiento de agua. Explicar el proceso de filtración con membrana.	Evaluar y proponer las tecnologías aplicables a un tratamiento terciario de agua.	
Adsorción e intercambio iónico.	Explicar el proceso de adsorción en carbón activado para el tratamiento de agua.	Demostrar el funcionamiento de un proceso de adsorción en carbón activado.	

	Explicar el proceso de intercambio iónico para el tratamiento de agua.		laboratorio, reportes y tareas. d) Ejercer de manera responsable, ética, profesional los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad, su entorno y el medio ambiente.
Técnicas de desinfección: Cloración, UV y Ozono.	Explicar el proceso de desinfección para el tratamiento de agua.	Evaluar las distintas técnicas de desinfección del agua.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Equipos colaborativos Análisis de casos	Visita guiada Material y equipo audiovisual Pintarron Computadora Internet Material, equipos y reactivos de laboratorio.	**Laboratorio / Taller**	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes justifican la selección del tratamiento terciario del agua en función de sus características.	A partir de un caso de estudio elaborar un reporte de propuesta de tratamiento terciario.	Rubrica de evaluación de reporte Cuestionario

Unidad de Aprendizaje	V. Tratamiento de lodos					
Propósito esperado	El estudiante seleccionará el tratamiento de lodos generados en las unidades de tratamiento para su disposición según lo indicado en la normatividad.					
Tiempo Asignado	**Horas del Saber**	4	**Horas del Saber Hacer**	6	**Horas Totales**	10

Temas	**Saber Dimensión Conceptual**	**Saber Hacer Dimensión Actuacional**	**Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva**
Estabilización de lodos	Identificar los lodos generados en el tratamiento del agua.	Construir un sistema de estabilización de lodos.	a) Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático para resolver problemas prácticos en el ámbito de aguas residuales, con base a los conocimientos adquiridos en la materia. b) Asumir responsabilidad, honestidad y profesionalismo al realizar actividades individuales y trabajo en equipo c) Ejercer la capacidad para el desarrollo del aprendizaje de forma autónoma, trabajo organizado, puntualidad, orden y limpieza en las actividades, prácticas de laboratorio, reportes y tareas.
Aprovechamiento y disposición de lodos	Explicar los métodos de estabilización de lodos. Identificar las características requeridas de los lodos para su aprovechamiento y disposición desde la normatividad aplicable.	Evaluar y proponer las tecnologías para el manejo y disposición de los lodos generados en el tratamientos del agua.	

			d) Ejercer de manera responsable, ética, profesional los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad, su entorno y el medio ambiente.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Equipos colaborativos Tareas de investigación	Visita guiada Material y equipo audiovisual Pintarron Computadora Internet Material, equipos y reactivos de laboratorio. Normatividad aplicable	**Laboratorio / Taller**	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes justifican el manejo y disposición de los lodos generados en el tratamiento del agua en función de sus características y la normatividad aplicable.	A partir de un caso de estudio elaborar un reporte de propuesta del manejo y disposición de los lodos generados en las unidades de tratamiento de agua.	Rubrica de evaluación de reporte Cuestionario

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	**Formación Pedagógica**	**Experiencia Profesional**
Ingeniería y/o posgrado en el área Ambiental, Sanitaria, Química, Biotecnológica y afines.	Enseñanza por competencias, enseñanza por proyectos, enseñanza por método de casos. Manejo de herramientas didácticas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, técnicas de manejo de grupos, desarrollo de materiales didácticos con herramientas digitales.	Supervisión, operación y/o participación en proyectos de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Referencias bibliográficas

Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Metcalf & Eddy	2015	Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery	Estados Unidos	Mc Graw Hill	978-007-340-118-8
James R.Mihelcic, Julie Beth Zimmerman	2012	Ingeniería Ambiental	México	Alfaomega	978-607-707-317-8
Kerry J. Howe, David W. Hand, John C. Crittenden, Rhodes Trussell, George Tchobanoglous	2017	Principios del tratamiento del agua	México	Cengage	978-607-522-868-6
Nelson L. Nemerow, Franklin J. Agardy, Joseph A. Salvato	2009	Environmental Engineering Water, Wastewater, Soil and Groundwater and Remediation	Estados Unidos	Wiley	978-047-008-303-1

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua		Usos del agua	https://www.gob.mx/imta https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua
Comisión Nacional del Agua		Normas Oficiales Mexicanas en tema del recurso hídrico	https://www.gob.mx/conagua
HIDROMANTIS		Water and wastewater Treatment Modeling and Simulation.	https://www.hydromantis.com/
VIRTUALPLANT		Software de simulación 3D	https://virtualplant.co/
HIDROMANTIS		Simulador de lodos activados	https://lynxsimulations.com/es