



## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería química

**CARRERA:** Ingeniería química

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** Tratamientos fisicoquímicos de efluentes

Área: Especialidad

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: 5to

Tipo (obligatoria o electiva): Electiva

Modalidad (cuatrimestral o anual): Cuatrimestral

**Cargas horarias totales:**

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
48	64	4

### FUNDAMENTACIÓN

Los desafíos ambientales que actualmente enfrentamos, así como los que viviremos en un futuro, exigen el permanente desarrollo del conocimiento científico y tecnológico por parte del Ingeniero Químico. Estos avances permitirán ofrecernos una visión dinámica en la prevención y tratamiento de contaminantes industriales, urbanos y de todo aquel sistema plausible de ser modificado tanto por causas antropogénicas como naturales. El análisis de estos recursos y las tecnologías asociadas, requieren de un análisis multivariado donde la gestión y la aplicación de tecnologías ambientales tiene un rol fundamental.

En las industrias de proceso se define como efluente a cualquier corriente de materia considerada como residuo y que es dispuesta fuera de los límites de la planta,



constituyendo así, los efluentes, uno los principales responsables del impacto ambiental en las industrias de proceso. Los tratamientos fisicoquímicos son aquellos que producen un cambio en la composición o transformación de una corriente de materia, ya sea mediante la modificación de sus constituyentes por adición de energía, por acción de un reactivo o por el cambio de fase de alguno de los mismos. El tratamiento fisicoquímico de efluentes consiste en la aplicación de procesos a efluentes industriales de forma tal que además cumplan con los requisitos de descarga fijados por la legislación vigente.

El Ingeniero Químico, como profesional capacitado de acuerdo a sus incumbencias en el diseño, desarrollo y operación de industrias de procesos, precisa de herramientas que le permitan definir los tratamientos óptimos a aplicar en una industria a fin de minimizar o evitar el impacto de sus efluentes en el medio ambiente.

#### COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia		Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
		Baja	Media	Alta	
CE 1	Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.			X	



CE 2	Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
CE 4	Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.		X		
CE 6	Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.				X



**COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia		Baja	Media	Alta
CT 1	Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.			X
CT 2	Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.		X	
CS 6	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.			X
CS 7	Comunicarse con efectividad.			X
CS 8	Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.			X
CS 9	Aprender en forma continua y autónoma.			X

**OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)**

- Diseñar, desarrollar y planificar procesos para el tratamiento fisicoquímico de efluentes.
- Analizar, evaluar y controlar las características del efluente para monitorear su evolución en el tiempo.
- Aplicar técnicas de prevención en la posible contaminación de efluentes portadores de contaminantes tanto en aire, agua y suelo ya sean industriales como así las modificaciones producidas en los distintos factores de la naturaleza.
- Desempeñar estas tareas bajo el marco de una actuación profesional ética y responsable.

**CONTENIDOS**

**Contenidos mínimos**

- Procesos de tratamientos de efluentes, clasificación general y estudio de aquellos basados en procesos físicos y físico-químicos.



- Criterios de selección de tipo de tratamiento a aplicar, dimensionamiento básico de equipos y estimación de consumo de reactivos y generación de residuos.

### **Contenidos analíticos**

#### **PARTE I: INTRODUCCIÓN GENERAL**

##### **Unidad Temática 1: Introducción**

Introducción a la contaminación ambiental. Definición de efluentes líquidos, gaseosos, y residuos sólidos. Efluentes líquidos: parámetros físico-químicos analizados (DBO, DQO, sólidos totales, etc.); aspectos ambientales y legales asociados a estos parámetros. Ejemplos de procesos industriales generadores de efluentes líquidos y gaseosos.

#### **PARTE II: TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

##### **Unidad Temática 2: Clasificación de los Procesos de Tratamiento**

Procesos Primarios, Secundarios y Terciarios de Tratamiento: definición, tipo de contaminante removido en cada uno de ellos.

##### **Unidad Temática 3: Tratamientos Primarios Físicos**

Desbaste: tipos de rejillas y aplicaciones. Sedimentadores primarios: clasificación y diseño; aplicaciones. Separación de fases empleando aire. Flotación: principios, diseño, coadyuvantes. Air-Stripping: aplicaciones, condiciones normales de operación. Dimensionamiento básico de sopladores y compresores.

##### **Unidad Temática 4: Tratamientos Primarios Físicos-Químicos**

Coagulación-floculación. Desestabilización coloidal: fundamentos, coagulantes normalmente empleados. Diseño de cámaras de floculación. Filtros: tipos de filtros, diseño básico y aplicaciones.

##### **Unidad Temática 5: Procesos Terciarios Físicos**

Adsorción. Cinética de adsorción en procesos continuos y discontinuos. Adsorbentes comúnmente utilizados, aplicaciones. Intercambio iónico, métodos de operación y



aplicaciones. Ósmosis Inversa, ultrafiltración. Aplicaciones y dimensionamiento básico de los equipos.

#### **Unidad Temática 6: Procesos Terciarios Físico-Químicos**

Oxidación química: oxígeno, ozono, cloro, dióxido de cloro. Mecanismos de acción y aplicaciones. Procesos Avanzados: principios, clasificación. Ultrasonoquímica, agua sub- y supercrítica. Cinéticas de reacción y cálculo de eficiencias para cada tipo de procesos. Aplicaciones.

#### **Unidad Temática 7: Desinfección**

Definición. Tipo de desinfectantes. Mecanismo de acción. Cinéticas de desinfección. Desinfección con cloro: principios y aplicaciones. Ozono. Dióxido de cloro. Desinfección UV. Aplicaciones.

### ***PARTE III: TRATAMIENTO DE EFLUENTES GASEOSOS***

#### **Unidad Temática 8: Introducción**

Atmósfera: características, estructura y dinámica atmosférica. Perfiles de densidad, presión y temperatura. Dinámica general. Circulación global. Efecto Coriolis. Relaciones presión-temperatura en la tropósfera. Estabilidad atmosférica. Inversiones. Principios generales de la dinámica de la atmósfera. Ecuaciones. Turbulencia atmosférica. Capa de mezcla. Contaminantes atmosféricos, escalas espaciales de estudio, clasificación, y efectos sobre la salud humana. Emisiones y calidad de aire, legislación aplicable.

#### **Unidad Temática 9:**

Transporte, transformación, dispersión y remoción de contaminantes. Caracterización de la difusión atmosférica. Modelos de dispersión de contaminantes en atmósfera. Ley de Fick, aproximaciones de Euler y Lagrange Concentraciones medias en turbulencia. Difusión de emisiones continuas. Solución gaussiana de la ecuación de difusión. Modelos regulatorios. Elevación del penacho. Efectos de obstáculos. Dispersión de material particulado. Fuentes lineales y de área.



### Unidad Temática 10: Sistemas de control de Efluentes Gaseosos

Estrategias para el control de la contaminación atmosférica. Selección de sistemas de control. Clasificación de equipos para el control de material particulado: cámaras de sedimentación, ciclones, filtros en profundidad y superficie, precipitadores electrostáticos, lavadores. Parámetros básicos de diseño. Clasificación de equipos para el control de gases y vapores: absorbedores, adsorbedores, poscombustores, combustión catalítica, antorchas. Parámetros básicos de diseño.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
<b>Teórica</b>	28	0	28
<b>Formación práctica</b>	20	0	20

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	0	0	-
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	6	0	Aula
Proyecto y diseño	8	0	Aula
Problemas estructurados	6	0	Aula
Práctica supervisada	0	0	-
Total de horas	20	0	

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología de enseñanza a utilizar promoverá la participación del alumnado en todo momento mediante clases dialogadas, generando debates y diferentes puntos de vista (CS7). Se intentará inculcar en los alumnos una actitud cuestionadora, la cual les será muy útil para el campo laboral (CS9, CE6). Especialmente en las clases de repaso,



donde se integran los conocimientos adquiridos hasta el momento, se hará foco en el aprendizaje basado en problemas, planteando cuestiones a resolver donde el estudiante se formule la pregunta y plantee soluciones antes de escuchar la respuesta correcta (CT1, CS9, CE1, CE2, CE6)

Se impulsará el trabajo en equipo: la materia consta de un trabajo práctico grupal en donde los alumnos deben desarrollarse como equipo y al finalizar el mismo deberán exponerlo y defenderlo frente al curso (CS6). Esta actividad incluirá temas estrechamente relacionados y de importancia respecto al uso de residuos industriales para su aprovechamiento energético (CE1).

Dado que la materia se desarrollará bajo modalidad mixta (clases virtuales sincrónicas, presenciales y exámenes presenciales), será necesario contar con las herramientas informáticas y de comunicación necesarias para poder participar de la asignatura y realizar las actividades.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

La evaluación de la asignatura se encuentra conformada por dos etapas:

- Primer parcial (teórico-práctico): Bajo modalidad presencial y escrita, los estudiantes deberán abordar temas teóricos desarrollados durante el curso de la asignatura y plantear y/o resolver problemas relacionados con dichas temáticas.
- Segundo parcial (Exposición de Trabajo Monográfico): los estudiantes deberán exponer grupalmente un trabajo de investigación pactado previamente, que abordará el análisis de una industria, con enfoque al tratamiento fisicoquímico de un efluente, a elección del grupo de trabajo. En el mismo, también se deberá detallar además el uso de los residuos industriales obtenidos para su aprovechamiento energético.





### **Requisitos de aprobación directa (Promoción)**

Para la Aprobación Directa de esta asignatura, se deberá simultáneamente cumplir los siguientes requisitos:

- Aprobar el Primer Parcial, en forma individual, con una calificación mínima de 8 (OCHO), con únicamente un recuperatorio permitido en total en las jornadas de primera instancia de recuperación.
- Aprobar y exponer el Trabajo Monográfico solicitado en la fecha estipulada.
- Contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

### **Requisitos de Regularidad**

Aprobar el Primer Parcial presencial con una nota mínima de 6 (seis), aprobar la defensa del trabajo de investigación y contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

### **Requisitos de aprobación**

Aprobar el examen final de la asignatura.

### **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La asignatura Tratamiento Físicoquímico de Efluentes se articula en forma horizontal con asignaturas relacionadas a la evaluación de impactos ambientales de industrias de proceso y al estudio de la legislación vigente para la descarga de efluentes (Ingeniería Ambiental), y al estudio de procesos biológicos para el tratamiento de efluentes (Biotecnología Ambiental). La asignatura se articula verticalmente con conocimientos previamente adquiridos relacionados con los conceptos de equilibrio químico (ácido-base, precipitación, complejación, equilibrio de fases, etc.) y de cinética química contenidos en las asignaturas Química Analítica y Físicoquímica; estos conceptos constituyen los principios en los cuales se basan los procesos físicoquímicos desarrollados en la asignatura. La asignatura también incluye la dimensionalización de equipos, para lo cual se usan los conocimientos desarrollados en la asignatura



Operaciones Unitarias I. La articulación vertical se completa con la aplicación de los conocimientos adquiridos al diseño de equipos para el tratamiento de efluentes en el marco de la asignatura Proyecto Final.

Asimismo, este espacio curricular relaciona los distintos factores (económicos, de espacio, de servicios, etc.) que inciden en la decisión de la tecnología más adecuada para el desarrollo del proceso, cumpliendo así con el proyecto definido inicialmente o con las mejoras y adecuaciones de un sistema existente.

El equipo docente participa de reuniones inter-cátedras convocadas por el Departamento, a fin de generar acuerdos temáticos y de metodologías que faciliten la articulación horizontal y vertical entre las distintas asignaturas.

#### **CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**

<b>Clase</b>	<b>Tema</b>	<b>Modalidad de dictado (presencial/virtual)</b>
1	Presentación de la asignatura y pautas. Unidad Temática 1 (Teórica)	Presencial
2	Unidad Temática 2 (Teórica)	Virtual Sincrónico
3	Unidad Temática 3 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
4	Unidad Temática 4 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
5	Unidad Temática 5 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
6	Unidad Temática 6 (Teórica)	Virtual Sincrónico
7	Unidad Temática 7 (Teórica)	Virtual Sincrónico
8	Unidad Temática 8 (Teórica)	Virtual Sincrónico
9	Clase práctica: Análisis de casos (aprendizaje basado en problemas)	Presencial
10	Unidad Temática 9 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
11	Unidad Temática 9 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
12	Unidad Temática 10 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico
13	Unidad Temática 10 (Teórico- Práctica)	Virtual Sincrónico



14	<b>1er Parcial</b>	Presencial
15	Clase práctica: Análisis de casos (aprendizaje basado en problemas)	Virtual Sincrónico
16	<b>2do. Parcial: Exposición</b>	Presencial

#### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

- Kiely, G. (1999). Ingeniería Ambiental. McGraw Hill.
- Metcalf & Eddy. (1998). Ingeniería de Aguas Residuales. McGraw Hill
- Ramalho, R. S. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales. Reverté
- Spellman, F. R. (2020). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. CRC Press- Taylor & Francis Group
- Tchobanoglous, G, Theisen, H y Vigil, S. (1993). Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw Hill.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Danielson, J. A. (Ed.). (1973). Air pollution engineering manual. Environmental Protection
- Davis, M. L. (2019). Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice. McGraw-Hill.
- Eckenfelder, W. W. Jr. (1999). Industrial Water Pollution Control. McGraw-Hill
- Schnelle, K. B. Jr., Dunn, R. F. & Ternes, M. E. (2017). Air Pollution Control Technology. CRC Press.
- Vega de Kuyper, J. C. (1999). Manejo de Residuos de la Industria Química y Afín. Alfa Omega.
- World Health Organization. (2008). Guidelines for drinking-water quality: second addendum. Vol. 1, Recommendations. World Health Organization.