

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA		
1. Nombre de la actividad curricular CONTAMINACION DE AGUAS.		
2. Nombre de la actividad curricular en inglés WATER POLLUTION		
3. Unidad Académica: Escuela de Ciencias Ambientales y Biotecnología. Facultad de Ciencias Profesor Coordinador: Ivel Gertrudis Cortes Nodarse Profesores Colaboradores: Diego Escobar		
4. Ámbito Especializado Nivel: VIII Semestre Carácter: Obligatorio Modalidad: Presencial Requisitos: Métodos de Análisis Químico II y Química de Aguas.		
4. Horas de trabajo Coordinador: Colaboradores:	presencial (directas) 8 horas semanales 4 horas semanales	no presencial (indirectas) 4 horas 4 horas
5. Tipo de créditos SCT	6	6
5. Número de créditos SCT – Chile 6		
6. Requisitos	Haber aprobado las asignaturas previas de : Métodos de Análisis Químico II y Química de Aguas.	
7. Propósito general del curso	Este curso tiene el propósito de entregar formación disciplinar en contaminación del agua considerando su integración con la	

	<i>biogeoquímica y la ecología, permitiendo al estudiante obtener las herramientas necesarias para identificar, conocer y analizar las transformaciones y el transporte de especies químicas en los diferentes cuerpos de agua, identificando situaciones de contaminación y conociendo las tecnologías disponibles para evaluar y corregir el potencial deterioro de las aguas en particular y del medio ambiente en general.</i>
8. Competencias a las que contribuye el curso	Competencias del ámbito de especialización disciplinar <i>AE2. Analiza el transporte, la movilidad y las transformaciones de los contaminantes para conocer su dinámica física y química en el ambiente y su expresión territorial considerando distintas escalas espacio-temporales.</i> <i>AE3. Evalúa la sustentabilidad de los proyectos y los impactos ambientales de las especies químicas para establecer un diagnóstico de los efectos que puedan producir en una perspectiva científicotécnica y ética.</i> Competencias del ámbito profesional <i>AP2. Explora y analiza información científica y técnica para actualizar sus conocimientos de manera autónoma, crítica y reflexiva.</i> <i>AP3. Colabora en equipos interdisciplinarios comunicando la química ambiental y su importancia en un lenguaje sencillo y comprensible para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas.</i> Competencias sello <i>CS6 Compromiso ético</i> <i>CS7. Compromiso con la preservación del medio ambiente.</i>
9. Subcompetencias	<i>AE2.1 Identifica fuentes y sumideros de contaminantes del ambiente para establecer su origen y destino.</i>

	<i>AE2.2 Analiza vías de transporte y transformaciones de especies químicas para conocer su dinámica en el ambiente.</i> <i>AE2.3 Evalúa el alcance espacio-temporal de la contaminación para conocer su expresión territorial en el ambiente.</i> <i>AE3.1 Determina el destino de los contaminantes para establecer sus efectos potenciales en estudios ambientales.</i> <i>AE3.2 Analiza las implicancias de las especies químicas en los sistemas naturales para establecer un diagnóstico del estado del ambiente y su contexto fisico-químico.</i> <i>AE3.3 Evalúa los impactos ambientales de los contaminantes para establecer un diagnóstico desde una perspectiva científico-técnica y ética.</i> <i>AP2.2 Valora la información científica y técnica para su aplicación a los problemas ambientales estableciendo la confiabilidad desde una perspectiva crítica y reflexiva.</i> <i>AP3.2 Colabora en equipos interdisciplinarios para incorporar los aspectos químicos como dimensión de los problemas ambientales apoyando la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas.</i>
--	---

10. Resultados de Aprendizaje

Identificar situaciones de contaminación de aguas en Chile, con base en la normativa vigente, a través de entender la inclusión de parámetros relevantes en las diferentes normas vigentes, cuáles son los métodos analíticos adecuados para evaluar contaminantes en aguas así como para evidenciar la remediación de casos de contaminación de aguas. Aprender las tecnologías para obtener agua potable a partir de aguas naturales y las estrategias y alternativas tecnológicas para el tratamiento de las aguas contaminadas, de acuerdo a la normativa vigente. Relacionar las situaciones de contaminación de aguas con los flujos de contaminantes hacia y desde otras matrices ambientales, así como interactuar en problemas ambientales globales multidisciplinarios

11. Saberes / contenidos

- **Tema 1: Introducción al curso.** *Propiedades del agua. El ciclo hidrológico. Indicadores de calidad de aguas. Orígenes de la contaminación hídrica. Breve historia de la contaminación de aguas.*

- **Tema 2: Normas de calidad y emisión.** Normas de calidad primaria: Norma Chilena Oficial 409/1 Of.2005. Norma Chilena 1.333/78. Normas de calidad primaria para uso recreacional con contacto directo: Decreto Supremo 143/2008 y Decreto Supremo 144/2008. Normas de calidad secundaria: Cuenca Río Serrano Decreto Supremo 75/2009, Cuenca del Lago Llanquihue Decreto Supremo 122/2009, Cuenca del Lago Villarica Decreto Supremo 19/2013, Cuenca del Río Maipo Decreto Supremo 53/2014, Cuenca del Río Valdivia Decreto Supremo 1/2015, Cuenca del Río Bio Bio Decreto Supremo 9/2015, Cuenca Río Aconcagua DS 41/2023. Normas de emisión de contaminantes líquidos a aguas superficiales (Decreto Supremo 90/2000), a aguas subterráneas (Decreto Supremo 46/2002), a los sistemas de alcantarillado (Decreto Supremo 609/1998). Institucionalidad chilena respecto al agua. Muestreo de aguas para estudios de contaminación y cumplimiento normativo. Métodos de análisis en estudios de contaminación y cumplimiento normativo.
- **Tema 3: Contaminación física, química, microbiológica del agua.** Contaminación física. Contaminación térmica. Contaminación radiactiva. Contaminantes químicos prioritarios: Oxígeno disuelto, DBO5, DQO, Nitrógeno total, Fósforo total, Aceites y grasas, Detergentes. Otros contaminantes prioritarios: Sulfuro, Cianuro, Fluoruro, Fenoles, Pesticidas. Contaminantes especiales: exceso de nutrientes, exceso de metales pesados y presencia de hidrocarburos de petróleo. Contaminantes emergentes. Contaminación microbiológica de aguas: bacterias, virus, otros patógenos.
- **Tema 4: Agua potable.** Agua y salud. Guías de la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua de consumo humano. Producción y requisitos del agua potable: filtración gruesa, coagulación, floculación, filtración, desinfección (cloro, ozono, radiación ultravioleta, filtración lenta con arena). Potabilización de agua en situaciones de emergencia.
- **Tema 5: Aguas residuales.** Orígenes de la generación de aguas residuales. Generación y caracterización de aguas residuales domésticas y urbanas. Alcantarillado. Concepto de carga contaminante. Concepto de población equivalente en aguas residuales. Generación y caracterización de aguas residuales de origen agrario. Generación y caracterización de aguas residuales industriales. Casos de procesos industriales tipo.
- **Tema 6: Tratamiento de aguas contaminadas.** Pretratamiento de aguas residuales y contaminadas. Tratamiento primario de aguas residuales y contaminadas. Tratamiento secundario de aguas residuales y contaminadas. Tratamiento terciario de aguas residuales y contaminadas. Gestión de lodos de Plantas de Tratamiento de aguas servidas (Decreto 4/2009).
- **Tema 7: Gestión del agua.** Desafíos para la gestión del agua. Instrumentos normativos: reforma del código de aguas, utilización de aguas grises, plantas desaladoras, escasez hídrica. Huella hídrica. Estudio de casos.

12. Metodología

Clases teóricas con diapositivas y pizarra, aprendizaje basado en problemas, lectura, resolución de problemas: 4 h

Laboratorios con desarrollo de actividades prácticas y aprendizajes puestos en práctica con desarrollos de muestras problemas experimentales. Desarrollo de informes. 6 h

13. Evaluación

a) Cátedra (C): la nota de cátedra corresponderá al promedio de 2 pruebas parciales (50%).

b) Seminario (S): la nota de seminario corresponde a la evaluación de la presentación oral y del resumen escrito entregado (10%).

c) Laboratorio (L): Prácticas de laboratorio presenciales según programación detallada; con control de entrada escrito consistentes en preguntas de conceptos y desarrollo relacionadas con el práctico ya realizado; y evaluación de informe tipo reporte de resultados. Asistencia obligatoria 100% de las actividades de laboratorio. La nota promedio de todos los controles de entrada tiene que ser superior a 4,0 puntos en escala de 1,0 a 7,0 puntos. La nota promedio de los reportes de laboratorio tiene que ser superior a 4,0 puntos en escala de 1,0 a 7,0 puntos. La nota de laboratorio se conforma con el promedio de los controles de entrada y de los reportes individuales. La evaluación de laboratorio aporta el 40% de la nota final de la asignatura.

14. Requisitos de aprobación

Escala de 1,0 a 7,0 con nota de aprobación 4,0 Los estudiantes cuya Nota de Presentación sea inferior a 4,0 deberán rendir una Prueba Global o Examen Final, abarcando todos los contenidos del curso.

$Ponderación = (0.7 * \text{Nota de presentación}) + (0.3 * PG)$

Los alumnos cuya Nota de Presentación sea igual o mayor a 4,0 se podrían eximir de rendir la PG siempre y cuando su promedio de notas de Cátedra, promedio de seminario y promedio de laboratorio, individualmente, sean igual o mayor a 4,0.

15. Palabras Clave

Contaminación de aguas; contaminación ambiental; tratamientos de aguas contaminadas; agua potable; Análisis químico de aguas.

16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)

Cortes, IseI, Montalvo, Silvio. "Aguas: Calidad y Contaminación. Un enfoque químico ambiental" (2010) ISBN-978-956-332-546-1 Edición: 1. Editorial Cultura, Santiago de Chile

Ministerio del Medio Ambiente "Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Planes de Prevención y Descontaminación". Editorial Gráfica Metropolitana

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24rd Edition (2023) by R.B. Baird (Author), A.D. Eaton (Author), editors E.W. Rice (Author). ISBN 978-0875532875

Agua y salud humana. Organización Panamericana de la Salud. 1988, EDITORIAL LIMUSA, S. A. de C. V. Balderas 95, Primer piso, 06040, México, D. F. ISBN 968- 18 - 2265 - X

15. Bibliografía Complementaria

Fundamentos de Química Analítica. Skoog ,West ,Holler ,Crouch · (2005) 8va Edición Ediciones Paraninfo ISBN 9789706863690

Análisis -Químico Cuantitativo. Daniel C Harris (2004) 2da edición en español. Editorial Reverté S.A ISBN 84-291-7222-X

NCh410.Of96 Calidad del agua - Vocabulario.

16. Recursos web

Ministerio del Medio Ambiente (2014) Decreto 53 Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo, disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1063954>

Ministerio del Medio Ambiente (2015) Decreto 9 Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Bio Bio, disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1084403>

Ministerio del Medio Ambiente (2023) Decreto 41 Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Aconcagua, disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1189503>

Atlas del Agua. Chile (2016) Ministerio de Obras Públicas, disponible en <http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/1382>

Atlas Calidad del Agua. Chile 2020. Serie de Estudios Básicos DGA, SEB N°7 2020. Dirección General de Aguas, disponible en http://snia.dga.cl/transparencia/documentos/aguas_atlas_19022021_dsm.pdf

Catálogo documental DGA, disponible en <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/discover>

Superintendencia de Servicios Sanitarios. Guías y Manuales, disponible en <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6441.htm>

PLANIFICACION DETALLADA DE ACTIVIDADES POR SEMANA, INCLUYENDO ACTIVIDADES DE CATEDRA, LABORATORIO Y EVALUACIONES.

<i>Fecha</i>	<i>Núm sem acad</i>	<i>Día de semana</i>	<i>Horario</i>	<i>Tipo de actividad</i>	<i>Contenido de la actividad</i>
5-8-2024	1	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 1: Introducción al curso
6-8-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 1: Introducción al curso
9-8-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Coordinación inicial
12-8-2024	2	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 2: Normas de calidad

13-8-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 2: Normas de emisión
16-8-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Coordinación inicial
19-8-2024	3	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 2: Institucionalidad
20-8-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Estudio individual lab ambientales de chile
23-8-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Tema 2: Muestreo y métodos de análisis
26-8-2024	4	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 3: Contaminación física.
27-8-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 3: Contaminación física.
30-8-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 1:
2-9-2024	5	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 3: Contaminación química.
3-9-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 3: Contaminación química.
6-9-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio2:
9-9-2024	6	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 3: Contaminación química.
10-9-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 3: Contaminación microbiológica del agua.
13-9-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 3:
14-9-2024	7	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	SEMANA DE RECESO DOCENTE
15-9-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	
20-9-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	
23-9-2024	8	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 4: Agua potable
24-9-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 4: Agua potable
27-9-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 4:
30-9-2024	9	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Ayudantía
1-10-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Evaluación parcial 1-catedra
4-10-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 5:
7-10-2024	10	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 5: Aguas residuales
8-10-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 5: Aguas residuales
11-10-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 6:
14-10-2024	11	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 6: Tratamiento primario de aguas contaminadas.
15-10-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 6: Tratamiento secundario de aguas contaminadas.
18-10-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 7:

21-10-2024	12	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 6: Tratamiento terciario de aguas contaminadas.
22-10-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 6: Gestión de lodos de tratamiento de aguas contaminadas.
25-10-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 8:
28-10-2024	13	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 6: Gestión de lodos de tratamiento de aguas contaminadas.
29-10-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 7: Gestión del agua
1-11-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	FERIADO
4-11-2024	14	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Tema 7: Gestión del agua
5-11-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 7: Gestión del agua
8-11-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 9:
11-11-2024	15	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Ayudantía aclaración de dudas generales.
12-11-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Evaluación parcial 2-catedra
15-11-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 10.
18-11-2024	16	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Preparación individual de seminario
19-11-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Tema 7: Gestión del agua. Invitación Enviroagua (propuesta)
22-11-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Laboratorio 11: Recuperativo de laboratorio
25-11-2024	17	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	Seminario estudio de casos
26-11-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Simposio 30 aniversario de carreras
29-11-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Simposio 30 aniversario de carreras
2-12-2024	18	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	
3-12-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Retroalimentación eval 2
6-12-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	Salida a terreno
9-12-2024	19	Lunes	12:00-13:30	Cátedra	
10-12-2024		Martes	10:15 – 11:45	Cátedra	Examen final-aguas
13-12-2024		Viernes	8:30 – 12:30	Laboratorio	
13-12-2024		Viernes	CIERRE DE SEMESTRE		