

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 1 de 10

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tecnologías de Aprovechamiento de Recursos Hídricos
Clave de la asignatura:	REF-2504
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en geociencias

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
La asignatura Tecnologías de Aprovechamiento de Recursos Hídricos forma parte del bloque de especialidad de la carrera de Ingeniería en Geociencias y se orienta al estudio, diseño y aplicación de soluciones tecnológicas para el uso eficiente, sostenible e innovador del recurso hídrico. Su propósito es que el estudiante comprenda la dinámica del ciclo hidrológico, evalúe la disponibilidad del agua en distintos entornos geográficos y proponga estrategias integrales para su captación, almacenamiento, tratamiento, reutilización y aprovechamiento energético. El curso integra fundamentos científicos con herramientas digitales avanzadas —como sistemas de información geográfica (SIG), modelado hidráulico (HEC-RAS, EPANET), tecnologías de microhidroenergía, e innovaciones emergentes basadas en IoT, teledetección e inteligencia artificial— para fortalecer la capacidad analítica y técnica del estudiante. Asimismo, promueve una visión interdisciplinaria que articula los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de la gestión del agua, fomentando la toma de decisiones éticas y sustentables en el diseño y evaluación de proyectos hídricos. De esta manera, contribuye a la formación de profesionales capaces de gestionar recursos naturales con responsabilidad, liderazgo e innovación, impulsando el desarrollo sustentable, la resiliencia hídrica y la equidad en el acceso al agua en comunidades y regiones.
Intención didáctica
La asignatura está diseñada para que el estudiante desarrolle una comprensión integral, técnica y sostenible del uso del recurso hídrico, mediante el estudio, análisis y aplicación de tecnologías innovadoras para su captación, almacenamiento, tratamiento, reutilización y aprovechamiento energético. A través de un enfoque interdisciplinario y basado en problemas reales, el curso promueve la integración de conocimientos científicos, técnicos y ambientales con el uso de herramientas digitales como sistemas de información geográfica (SIG), software de modelado hidráulico (HEC-RAS, EPANET), fortaleciendo la capacidad analítica y la toma de decisiones fundamentadas. La metodología de enseñanza se sustenta en estrategias activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje-servicio y el aprendizaje colaborativo, fomentando la

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos
TecNM-AC-PO-007-02

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 2 de 10

participación, la investigación aplicada y el trabajo interdisciplinario orientado a la solución de retos hídricos locales y regionales.

De esta manera, la asignatura busca que el estudiante diseñe, evalúe y comunique proyectos de aprovechamiento hídrico con enfoque ético, técnico y sustentable, integrando criterios de gobernanza, innovación tecnológica y responsabilidad social, en coherencia con los principios del desarrollo sostenible y el perfil de egreso del Ingeniero en Geociencias del Tecnológico Nacional de México.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de la Chontalpa Octubre de 2025.	Edgar David Peregrino Jiménez José Eliseo González Arias	Reunión de academia para la conformación del módulo de especialidad.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Analiza, diseña y evalúa sistemas de aprovechamiento hídrico sostenibles, aplicando tecnologías de captación, almacenamiento, tratamiento, reutilización y microhidroenergía; integra criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales en la gestión de proyectos hídricos; utiliza herramientas digitales y tecnologías emergentes para el monitoreo y gestión inteligente del agua; y propone soluciones éticas e innovadoras que contribuyen al desarrollo sustentable y a la resiliencia hídrica de comunidades y regiones.

5. Competencias previas

• Comprende los fundamentos del ciclo hidrológico y de la gestión de los recursos naturales. • Conoce los principios básicos de hidrología, geografía física y medio ambiente. • Interpreta información cartográfica, topográfica y geoespacial mediante el uso de software SIG. • Maneja herramientas digitales y hojas de cálculo para el análisis y modelado técnico. • Aplica conceptos básicos de sostenibilidad, impacto ambiental y normatividad ecológica vigente. • Posee nociones elementales sobre energía renovable y eficiencia hidráulica. • Trabaja de manera colaborativa e interdisciplinaria en la resolución de problemas técnicos. • Comunica resultados e ideas técnicas con claridad y rigor profesional. • Demuestra pensamiento crítico, ético y propositivo ante problemáticas relacionadas con el agua y el desarrollo sustentable.

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 3 de 10

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos del ciclo hidrológico y disponibilidad de agua	1.1 Ciclo hidrológico y balance hídrico 1.2 Fuentes hídricas superficiales y subterráneas 1.3 Distribución geográfica y variabilidad temporal del agua 1.4 Problemáticas de escasez, contaminación y cambio climático 1.5 Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6 agua limpia y saneamiento y 13 acción por el clima)
2	Tecnologías de captación y almacenamiento de agua	2.1 Sistemas de captación pluvial (SCALL) 2.2 Infraestructura y diseño de tanques de almacenamiento 2.3 Tecnologías apropiadas para zonas rurales y urbanas 2.4 Diseño técnico con software de modelado hidráulico (HEC-RAS, EPANET) 2.5 Evaluación de eficiencia, mantenimiento y costos
3	Aprovechamiento energético del recurso hídrico	3.1 Fundamentos de microhidroenergía y energía hidráulica 3.2 Tipos de turbinas y sistemas de generación eléctrica 3.3 Cálculo de caudales, potencia hidráulica y eficiencia 3.4 Integración de microhidroenergía en comunidades rurales 3.5 Evaluación económica y ambiental de sistemas microhidroeléctricos
4	Tratamiento y reutilización del agua	4.1 Tecnologías de potabilización y saneamiento 4.2 Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales 4.3 Reutilización y recirculación del agua en procesos agrícolas e industriales 4.4 Normativa ambiental y sanitaria nacional e internacional 4.5 Diseño de sistemas de tratamiento con criterios de sostenibilidad
5	Gestión integrada de cuencas y recursos hídricos	5.1 Principios de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) 5.2 Ordenamiento territorial y manejo de cuencas hidrográficas 5.3 Gobernanza, participación comunitaria y equidad en el acceso al agua

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 4 de 10

		5.4 Indicadores de sostenibilidad hídrica y resiliencia 5.5 Modelos descentralizados y participativos de gestión
6	Evaluación técnica, económica y ambiental de proyectos hídricos	6.1 Análisis de viabilidad técnica y económica 6.2 Costos de inversión, operación y mantenimiento 6.3 Evaluación de impacto ambiental y social 6.4 Aplicación de metodologías multicriterio (VAN, TIR, ROI, costo-beneficio ambiental) 6.5 Comunicación y presentación técnica de proyectos sostenibles

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Fundamentos del ciclo hidrológico y disponibilidad de agua	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Analiza el ciclo hidrológico y su balance. Relaciona los factores de escasez, contaminación y cambio climático con los ODS.. Analiza la distribución geográfica del recurso hídrico..	Elaborar mapas conceptuales y diagramas del ciclo hidrológico. Interpretar datos geoespaciales y climáticos mediante SIG. Desarrollar un caso de estudio sobre escasez de agua y cambio climático. Debate sobre los ODS 6 y 13 y su impacto en la gestión hídrica.
2. Tecnologías de captación y almacenamiento de agua	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Diseña sistemas de captación pluvial aplicando software hidráulico. Evalúa soluciones rurales y urbanas de almacenamiento.	Diseñar un sistema de captación pluvial con EPANET o HEC-RAS. Realizar práctica de cálculo de volúmenes de almacenamiento. Comparar tecnologías de captación (pluvial, subterránea, mixta). Simular el funcionamiento hidráulico de un sistema diseñado.
3. Aprovechamiento energético del recurso hídrico	

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 5 de 10

Competencias	Actividades de aprendizaje
Evalúa el potencial energético hídrico y aplica criterios de eficiencia.	Calcular caudales, energía generada y pérdidas en sistemas microhidráulicos.
Identificar condiciones técnicas para la generación eléctrica.	Analizar casos de éxito de microhidroenergía comunitaria.
	Simular la operación de una turbina hidráulica.
	Elaborar un informe técnico con balance energético y propuesta de implementación.

4. Tratamiento y reutilización del agua

Competencias	Actividades de aprendizaje
Aplica tecnologías de tratamiento y reutilización con enfoque sostenible.	Visita técnica (presencial o virtual) a una planta de tratamiento.
Interpreta la normativa ambiental y sanitaria.	Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas o agrícolas.
Propone soluciones de reutilización en procesos industriales y agrícolas.	Analizar normativas (CONAGUA, NOM-127-SSA1, OMS).
	Debate: “¿Es viable el reúso del agua en comunidades rurales?”.

5. Gestión integrada de cuencas y recursos hídricos

Competencias	Actividades de aprendizaje
Integra criterios técnicos y sociales para la gestión hídrica.	Diagnóstico participativo de una cuenca simulada.
Evalúa indicadores de sostenibilidad y participación comunitaria.	Crear mapas de ordenamiento territorial con QGIS.
	Elaborar propuestas de gobernanza hídrica comunitaria.

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 6 de 10

	Foro virtual: “El papel de la gobernanza en la gestión del agua en México”. Desarrollo de propuestas de gestión comunitaria del agua.
6. Evaluación técnica, económica y ambiental de proyectos hídricos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Analiza la viabilidad técnica, económica y ambiental de proyectos. Aplica metodologías multicriterio. Identificar impactos ambientales y sociales asociados.	Simular un proyecto hídrico aplicando VAN, TIR, ROI y análisis de sensibilidad. Elaborar una matriz de evaluación multicriterio. Desarrollar un informe técnico con análisis de costos y beneficios ambientales. Autoevaluar el impacto social del proyecto.

8. Práctica(s)

Diagnóstico hídrico de una comunidad simulada - Objetivo: Evaluar la disponibilidad de agua y problemáticas asociadas. - Actividad: Interpretación de mapas geoespaciales, análisis de fuentes hídricas y elaboración de un diagnóstico técnico. - Resultado esperado: Informe con propuestas de mejora en el uso del recurso hídrico. Diseño de un sistema de captación pluvial - Objetivo: Aplicar tecnologías de captación y almacenamiento en contextos rurales o urbanos. - Actividad: Diseño técnico de un sistema de recolección de agua de lluvia utilizando software de modelado hidráulico. - Resultado esperado: Plano técnico y memoria descriptiva del sistema diseñado. Simulación de microhidroenergía - Objetivo: Evaluar el potencial energético del recurso hídrico. - Actividad: Cálculo de caudales, potencia hidráulica y simulación del funcionamiento de turbinas.

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 7 de 10

- Resultado esperado: Reporte técnico con análisis energético y propuesta de aplicación comunitaria.

Evaluación de tecnologías de tratamiento y reutilización

- Objetivo: Aplicar tecnologías de potabilización y tratamiento de aguas residuales.
- Actividad: Estudio de casos reales, visita técnica (presencial o virtual) a una planta de tratamiento, y diseño de un sistema de reutilización.
- Resultado esperado: Proyecto técnico con enfoque sostenible para uso agrícola o industrial.

Gestión participativa de una cuenca simulada

- Objetivo: Integrar criterios de gobernanza y sostenibilidad hídrica.
- Actividad: Elaboración de un diagnóstico participativo, análisis de indicadores de sostenibilidad y propuesta de gestión comunitaria.
- Resultado esperado: Documento con plan de gestión integrada de la cuenca.

Evaluación técnica, económica y ambiental de un proyecto hídrico

- Objetivo: Analizar la viabilidad integral de un proyecto de aprovechamiento hídrico.
- Actividad: Simulación de costos, aplicación de matrices multicriterio, y análisis de impacto ambiental.
- Resultado esperado: Informe técnico con justificación de decisiones y propuesta de mejora sostenible.

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 8 de 10

9. Proyecto de asignatura

Diseño y evaluación integral de un sistema de aprovechamiento hídrico para una comunidad rural o urbana

Descripción: El proyecto busca que los estudiantes integren conocimientos técnicos, ambientales y económicos para diseñar un sistema de captación, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento energético del agua, adaptado a las necesidades de una comunidad simulada. Se trabajará en equipos interdisciplinarios, aplicando herramientas digitales, metodologías de evaluación y criterios de sostenibilidad.

Proceso:

1. Diagnóstico hídrico

- Evaluar la disponibilidad de agua en la comunidad simulada.
- Identificar problemáticas de escasez, contaminación y demanda.

2. Diseño técnico

- Proponer un sistema de captación pluvial y almacenamiento.
- Integrar tecnologías de tratamiento y reutilización del agua.
- Evaluar el potencial de microhidroenergía si aplica.

3. Evaluación ambiental

- Identificar impactos ambientales potenciales.
- Aplicar metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).
- Diseñar medidas de mitigación y compensación.

4. Evaluación económica

- Elaborar presupuestos operativos y de inversión.
- Aplicar indicadores financieros (VAN, TIR, PRI, ROI).
- Realizar análisis de sensibilidad y costo-beneficio ambiental.

5. Presentación de resultados

- Elaborar un informe técnico con planos, cálculos y propuestas.
- Presentar ante el grupo el proyecto integral con argumentos sólidos.
- Incluir reflexión sobre sostenibilidad, gobernanza y responsabilidad social.

Objetivos del proyecto:

- Aplicar tecnologías de aprovechamiento hídrico en contextos reales o simulados.
- Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de soluciones hídricas.

	Nombre del documento: Formato de		Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 9 de 10

- Integrar criterios de sostenibilidad en el diseño de proyectos geocientíficos.

Resultado esperado:

- Informe técnico con diagnóstico hídrico, diseño del sistema, evaluación ambiental y económica.
- Presentación grupal con justificación de decisiones y propuesta de mejora sostenible.

10. Evaluación por competencias

La evaluación deber ser continua, sumativa y formativa considerando el desarrollo de competencias específicas en cada etapa del proceso de aprendizaje.

Instrumentos:

- Reporte técnico.
- Proyecto integrador.
- Presentación grupal.

Herramientas:

- Rúbricas por competencia.
- Lista de cotejo para actividades prácticas.
- Guía de observación para presentaciones y debates.
- Formato de evaluación, autoevaluación y coevaluación de trabajo en equipo.

Criterios de evaluación:

Diagnóstico hídrico

- Identificar problemáticas de escasez, contaminación y demanda.
- Evaluar la disponibilidad de agua en la comunidad simulada.

Diseño técnico

- Proponer sistemas de captación y almacenamiento.
- Integrar tecnologías de tratamiento y reutilización del agua.
- Evaluar el potencial de microhidroenergía.

Evaluación ambiental

- Identificar impactos ambientales potenciales.
- Aplicar metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).
- Diseñar medidas de mitigación y compensación.

Evaluación económica

- Elaborar presupuestos operativos y de inversión.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 10 de 10

- Aplicar indicadores financieros (VAN, TIR, PRI, ROI).
- Realizar análisis de sensibilidad y costo-beneficio ambiental.

Presentación de resultados

- Claridad y profundidad en la exposición del proyecto.
- Argumentación técnica, económica y ética.
- Inclusión de reflexiones sobre sostenibilidad, gobernanza y responsabilidad social.

11. Fuentes de información

1. Arcos, D., Sáez, R., Oñate, M. J., & Fernández, O. (2025). *Manual plataforma de sistemas de captación y acumulación de aguas lluvias (SCALL)*. Universidad de Talca.
2. UNESCO. (2021). United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. UNESCO World Water Assessment Programme.
3. Rossman, L. A. (2021). EPANET 2.2 User's Manual (EPA). (Manual de usuario para modelación de redes de agua potable).
4. QGIS Development Team. (última edición). QGIS User Guide (Guía de usuario — SIG de código abierto). Útil para cartografía de cuencas y análisis espacial.
5. INTA. (2023). *Manual de captación y colecta de agua*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.
6. Anaya Garduño, M., Pérez Hernández, A., López Hernández, N. A., & Martínez Ponce, I. R. (2018). *Sistemas de captación del agua de lluvia (SCALL): Manual técnico*. Colegio de Postgraduados.
7. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Gobierno de México.
8. University of Arizona. (s.f.). *Introducción a la captación del agua*. International Center for Aquaculture.
9. López Báez, W., Castro Mendoza, I., Camas Gómez, R., Villar Sánchez, B., & López Martínez, J. (2013). *El manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
10. Global Water Partnership & International Network of Basin Organizations. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*.
11. Maldonado Santana, C., Franco-Billini, C., & Jáuregui-Haza, U. (2023). *Gestión integrada de las cuencas hidrográficas: hacia un nuevo paradigma en la gobernanza del agua*. Ciencia, Ambiente y Clima