



NOMBRE DEL CURSO: OPTATIVA ESPECIALIDAD II CON LABORATORIO (DESALINIZACIÓN)
CLAVE/ID CURSO: 1194G / 006977
DEPARTAMENTO: DPTO CS. AGUA Y MEDIO AMBIENTE
BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE: Tecnologías Alternas/Academia de Energía
INTEGRANTES DEL COMITE DE DISEÑO: Germán Eduardo Dévora Isiordia, Jesús Álvarez Sánchez, María del Rosario Martínez Macías, Yedidia Villegas Peralta, Adriana Robles Lizárraga

REQUISITOS:**HORAS TEORÍA:** 3**HORAS LABORATORIO:** 0**HORAS PRÁCTICA:** 0**CRÉDITOS:** 5.62**PROGRAMA(S) EDUCATIVO(S) QUE LO RECIBE(N):** Ingeniero Químico**PLAN:** 2016**FECHA DE ELABORACIÓN:** Marzo de 2019.

Competencia a la que contribuye el curso: Diseñar procesos de transformación de la materia y energía, apoyándose en conocimientos de matemáticas, física, y química integrados en operaciones unitarias y sistemas de reacción que mantengan la rentabilidad y sustentabilidad del proceso, atendiendo la visión y misión de la empresa.	Tipo de Competencia Específica
Competencia(s) generica(s) de impregnación: • SOLUCIÓN DE PROBLEMAS: Soluciona problemas profesionales en diversos contextos a través del análisis de los diversos factores que los impactan, con ayuda de herramientas, técnicas y los principios de la filosofía Lean para coadyuvar a su bienestar personal y en el de su comunidad de manera ética y eficaz. • ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS: Administra proyectos de acuerdo a fundamentos referenciados a estándares internacionales certificables. • SUSTENTABILIDAD: Genera propuestas y acciones de solución en el cuidado de los recursos naturales y el mejoramiento ambiental a través de implementación de proyectos viables e incluyentes que promuevan la sustentabilidad.	Nivel de Dominio Avanzado

Descripción general del curso: Este curso se ofrece en el octavo semestre de la carrera de Ingeniero Químico y pertenece al bloque de Tecnología Alterna. Este curso se compone de cuatro unidades de competencia, en las cuales el estudiante aprenderá a identificar los sistemas de desalinización térmicos y de membranas. Se le capacitará para operar sistemas de desalinización por ósmosis inversa (RO). El alumno aprenderá sobre el uso de pretratamientos y postratamientos en la operación de sistemas RO. Los conocimientos avanzados adquiridos servirán de base para diseñar sistemas por RO que apoyen al control de la escasez y satisfacción de agua de calidad para diferentes sectores con apego a normatividad vigente. Para todo lo anterior requiere conocimientos previos de transporte de fluidos. Además, desarrollará competencias genéricas tales como solución de problemas, administración de proyectos y sustentabilidad.

Unidad de Competencia 1	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Determinar el desarrollo y evolución histórica de los diferentes sistemas de desalinización, mediante análisis y su repercusión al futuro	<p>identificar la escasez de agua y sobrexplotación del recurso hídrico, y las formas de captación de agua, en el contexto actual y futuro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Clasificar los tipos de captación de agua, de acuerdo con su fuente de obtención. • <input type="checkbox"/> Analizar las diferentes tecnologías de desalinización por sistemas térmicos, mediante ventajas y desventajas. • <input type="checkbox"/> Describir las diferentes tecnologías de desalinización por sistemas de membranas, como medidas para combatir la escasez y disponibilidad de agua dulce. Mediante análisis de ventajas y desventajas. 	<p>TÉCNICAS DE DESALINIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Conceptos básicos de Agua. • <input type="checkbox"/> Escasez y sobre explotación. • <input type="checkbox"/> Tratamiento y captación del agua. <input type="checkbox"/> Tratamientos avanzados <input type="checkbox"/> Desalinización. <input type="checkbox"/> Reuso <input type="checkbox"/> Captación de lluvia • <input type="checkbox"/> Desalinización conceptos y terminología. • <input type="checkbox"/> Sistemas Térmicos <input type="checkbox"/> Destilación flash de múltiples etapas (MSF) <input type="checkbox"/> Destilación de efectos múltiples (MED) <input type="checkbox"/> Thermal vapor compression (TVC) <input type="checkbox"/> Mechanical vapor compression (MVC) • <input type="checkbox"/> Desalinización por sistemas de Membranas <input type="checkbox"/> Ultrafiltración (UF) <input type="checkbox"/> Nanofiltración (NF) <input type="checkbox"/> Electrodialisis (ED) <input type="checkbox"/> Electrodialisis reversible (EDR)

		o <input type="checkbox"/> Ósmosis Directa (DO) <input type="checkbox"/> Ósmosis Inversa (RO)
Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre el desarrollo y evolución histórica de los diferentes sistemas de desalinización, en la cual se explique su evolución. • <input type="checkbox"/> Resolución de casos de estudio en clase, para identificar los diferentes sistemas de captación de agua el tratamiento empleado. • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre las diferentes tecnologías de desalinización por sistemas térmicos, ejemplificando cada tecnología empleada respecto a la industria que los produce o utilizará. • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre las diferentes tecnologías de desalinización por sistemas de membranas, ejemplificando cada tecnología con la industria que los produce o utilizará. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> La exposición debe ser clara y concisa basada en la metodología correcta, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas. • <input type="checkbox"/> La explicación de la solución de casos debe ser clara y entendible para el grupo. Se deberá llegar al resultado correcto y contextualizar la situación abordada. • <input type="checkbox"/> Lista de verificación sobre el desarrollo y evolución histórica de las diferentes fuentes de energía convencional y renovable que considera: Dominio del tema, seguridad y confianza; material didáctico representativo, no transcribir el contenido, apoyarse en imágenes, tablas y figuras; lenguaje y gestos apropiados; puntualidad y/o manejo del tiempo. • <input type="checkbox"/> Lista de verificación sobre el desarrollo y evolución histórica de las diferentes fuentes de energía convencional y renovable que considera: Dominio del tema, seguridad y confianza; material didáctico representativo, no transcribir el contenido, apoyarse en imágenes, tablas y figuras; lenguaje y gestos apropiados; puntualidad y/o manejo del tiempo.
P r o d u c t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Ensayo por escrito que muestre la línea del tiempo con el desarrollo y evolución de los diferentes sistemas de desalinización. • <input type="checkbox"/> Reporte escrito con una explicación detallada de cada sistema de desalinización: térmico y de membranas, que incluya aspectos teóricos, ventajas y desventajas de cada sistema empleado en la actualidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El ensayo será en formato libre, indicando de forma clara la evolución de de los diferentes sistemas de desalinización. • <input type="checkbox"/> El reporte deberá ser entregado sin retraso indicando los diferentes sistemas de desalinización. Además el documento deberá indicar los porcentajes de producción mundial y nacional para cada tipo de tecnología. La redacción será apropiada e incluyendo la bibliografía consultada.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Identificación de los diferentes sistemas de desalinización: térmicos y de membranas. • <input type="checkbox"/> Clasificación de los diferentes sistemas de captación de agua. • <input type="checkbox"/> Identificación de ventajas-desventajas sobre sistemás de desalinización térmicos y de membranas. • <input type="checkbox"/> Identificación de los componentes principales de los diferentes sistemás de desalnización. 	

Unidad de Competencia 2	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Determinar el desarrollo y evolución de las diferentes membranas para sistemas de desalinización por ósmosis inversa, mediante análisis y cumplimiento de normatividad aplicable.	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Describir los conceptos básicos de ósmosis y ósmosis inversa, en el contexto actual y futuro. • <input type="checkbox"/> Describir los diferentes tipos de modelos de transporte de membranas y materiales, mediante análisis de ventajas y desventajas. • <input type="checkbox"/> Establecer las ecuaciones y criterios que modelan la construcción y fabricación de membranas y su empleo industrial, de acuerdo a su aplicación en la industria para el tratamiento de aguas y potabilización. • <input type="checkbox"/> Describir los parámetros que miden la calidad del agua, mediante análisis fisicoquímicos y normatividad aplicable. 	PRINCIPIOS DE ÓSMOSIS INVERSA <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Conceptos básicos y terminología. • <input type="checkbox"/> Ósmosis y Ósmosis Inversa. • <input type="checkbox"/> Modelos de Transporte de membranas. • <input type="checkbox"/> Materiales de las membranas. • <input type="checkbox"/> Módulos de membranas. • <input type="checkbox"/> Membranas comerciales. • <input type="checkbox"/> Normatividad de Calidad del Agua <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Sólidos suspendidos o <input type="checkbox"/> Microbios o <input type="checkbox"/> Orgánicos o <input type="checkbox"/> Metales o <input type="checkbox"/> Bacteriológicos o <input type="checkbox"/> Calcio o <input type="checkbox"/> Color
Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre el desarrollo y evolución histórica de la ósmosis inversa, en la cual se explique su evolución. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> La exposición debe ser clara y concisa basada en la metodología correcta, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas.

e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Resolución de casos de estudio en clase, para identificar los diferentes modelos de transporte de membranas y materiales de construcción. • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre la normatividad aplicable a la calidad del agua que se emplea en el consumo humano, o la industria que lo utilizará. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> La explicación de la solución de casos debe ser clara y entendible para el grupo. Se deberá llegar al resultado correcto y contextualizar la situación abordada. • <input type="checkbox"/> Lista de verificación sobre la normatividad aplicable a la calidad del agua que se emplea en el consumo humano, o la industria que lo utilizará que considera: Dominio del tema, seguridad y confianza; material didáctico representativo, no transcribir el contenido, apoyarse en imágenes, tablas y figuras; lenguaje y gestos apropiados; puntualidad y/o manejo del tiempo.
p r o d u c t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Ensayo por escrito que muestre la línea del tiempo con el desarrollo y evolución del sistema de desalinización por ósmosis inversa. • <input type="checkbox"/> Reporte escrito con una explicación detallada de cada parámetro analizado para determinar la calidad de un agua para consumo humano, que incluya aspectos teóricos, ventajas y desventajas. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El ensayo será en formato libre, indicando de forma clara la evolución de de los diferentes sistemas de desalinización. • <input type="checkbox"/> El reporte deberá ser entregado sin retraso indicando los diferentes parámetros analizados para determinar la calidad de un agua para consumo humano. Además el documento deberá indicar los concentraciones de cada catión, anión metal y bacteriológicos analizado. La redacción será apropiada e incluyendo la bibliografía consultada.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Identificación de los conceptos de ósmosis y ósmosis inversa. • <input type="checkbox"/> Clasificación de los diferentes modelos de transporte de membranas y materiales de construcción. • <input type="checkbox"/> Identificación de los límites máximos permisibles para cada parámetro analizado en el agua de consumo humano. • <input type="checkbox"/> Identificación de la normatividad aplicable para cada parámetro analizado en el agua de consumo humano. 	

Unidad de Competencia 3	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Determinar el desarrollo y evolución de los diferentes pretratamientos mecánicos-físicos y químicos usados en sistemas de desalinización por ósmosis inversa, mediante análisis y comparación entre cada equipo utilizado.	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Describir los conceptos de clarificador, tipos de filtros y suavizadores, en el contexto actual y futuro. • <input type="checkbox"/> Describir los conceptos de coagulante, cloración, biocida, antiescalante y ácido, mediante la revisión de conceptos y terminología reportado por Kucera y Fauzi. • <input type="checkbox"/> Describir los diferentes componentes y mecanismos de selección que integran los pretratamientos mecánicos-físicos, y químicos, mediante análisis de ventajas y desventajas. • <input type="checkbox"/> Describir los efectos e impactos de usar equipos de prtratamientos mecánicos-físicos y químicos en sistemas de desalinización por ósmosis inversa. 	PRETRAMIENTO EN ÓSMOSIS INVERSA <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Pretratamiento mecánico-físico. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Clarificadores. o <input type="checkbox"/> Filtro multimedia. o <input type="checkbox"/> Filtro de carbón activado. o <input type="checkbox"/> Filtro de arena. o <input type="checkbox"/> Filtros de hierro. o <input type="checkbox"/> Suavizadores. o <input type="checkbox"/> Filtro de resina gastada. o <input type="checkbox"/> Irradiación de Ultravioleta. • <input type="checkbox"/> Pretratamiento químico. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Coagulante. o <input type="checkbox"/> Limpiadores. o <input type="checkbox"/> Cloración. o <input type="checkbox"/> Biocida. o <input type="checkbox"/> Antiescalante. o <input type="checkbox"/> Acido-base: ajuste de pH. • <input type="checkbox"/> Combinación mecánica-física más química. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Ablandamiento con cal en frio. o <input type="checkbox"/> Ablandamiento con cal caliente.

Criterios de Evaluación

	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre el uso de los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos, en la cual se explique su funcionamiento y la industria que lo utilizará. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Lista de verificación sobre los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos, que considera: Dominio del tema, seguridad y confianza; material didáctico representativo, no transcribir el contenido, apoyarse en imágenes, tablas y figuras; lenguaje y gestos apropiados; puntualidad y/o manejo del tiempo.
P r o	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Ensayo que muestre la línea del tiempo con el desarrollo y evolución de los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos empleados 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El ensayo será en formato libre, indicando de forma clara la evolución de los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos.

d u c t o s	<p>en desalinización por ósmosis inversa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Reporte escrito con una explicación detallada de cada equipo utilizado en los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos, que incluya aspectos teóricos, ventajas y desventajas. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El reporte deberá ser entregado sin retraso indicando los diferentes parámetros analizados para determinar la calidad de un agua para consumo humano. Además el documento deberá indicar las concentraciones de cada catión, anión metal y bacteriológicos analizado. La redacción será apropiada e incluyendo la bibliografía consultada.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Identificación de los conceptos de clarificador, filtros: multimedia, cartucho, de arena y carbón activado, suavizadores. • <input type="checkbox"/> Identificación de los conceptos de coagulante, cloración, biocida, antiescalante y ácido. • <input type="checkbox"/> Clasificación de los diferentes equipos que integran los sistemas de pretratamientos mecánicos-físicos y químicos. • <input type="checkbox"/> Identificación de parámetros de diseño y control en los diferentes pretratamientos utilizados en sistemas de ósmosis inversa. 	

Unidad de Competencia 4	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Diseñar un sistema de desalinización por ósmosis inversa que contemple el análisis del agua de entrada, criterios de diseño y costos de inversión-producción, mediante el uso de un software de simulación avanzada de Hydranautics IMSDesign.	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Describir los conceptos básicos de los diferentes parámetros empleados en el análisis y diseño de sistemas de desalinización por ósmosis inversa, mediante análisis de ventajas y desventajas. • <input type="checkbox"/> Describir los diferentes parámetros: conservador, óptimo y agresivo en el diseño de procesos de desalinización, mediante análisis de casos, ventajas y desventajas. • <input type="checkbox"/> Establecer las ecuaciones para dimensionamiento y diseño de procesos de desalinización, mediante empleo de un software de simulación avanzada de Hydranautics IMSDesign. • <input type="checkbox"/>? 	<p>ANÁLISIS Y DISEÑO EN ÓSMOSIS INVERSA</p> <ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Análisis a considerar antes del diseño. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Feed water quality and source o <input type="checkbox"/> Temperature y Pressure o <input type="checkbox"/> Feed water flow o <input type="checkbox"/> Concentrate flow o <input type="checkbox"/> Beta y Recovery o <input type="checkbox"/> pH – Ajuste químico. o <input type="checkbox"/> Flux y LSI o <input type="checkbox"/> Membranes o <input type="checkbox"/> Salt passage • <input type="checkbox"/> Diseño a considerar en Ósmosis inversa. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> Normatividad vigente aplicable. o <input type="checkbox"/> Tubería, calibre y especificaciones térmicas. o <input type="checkbox"/> RO Configuración del Sistema o <input type="checkbox"/> Arreglos y recirculación o <input type="checkbox"/> Doble paso de bastidores o <input type="checkbox"/> Múltiples trenes de bastidores o <input type="checkbox"/> Parámetros conservador, óptimo y agresivo. • <input type="checkbox"/> Software de Simulación en Ósmosis inversa. <ul style="list-style-type: none"> o <input type="checkbox"/> ROSA o <input type="checkbox"/> IMSDesign o <input type="checkbox"/> Costos de producción e Inversión total o <input type="checkbox"/> Diseño final

Criterios de Evaluación

	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Exposición en equipo sobre los diferentes parámetros a considerar en el diseño de sistemas de desalinización por ósmosis inversa, en la cual se explique su importancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Lista de verificación sobre los diferentes parámetros empleados para diseños de sistemas de desalinización de ósmosis inversa, que considera: Dominio del tema, seguridad y confianza; material didáctico representativo, no transcribir el contenido, apoyarse en imágenes, tablas y figuras; lenguaje y gestos apropiados; puntualidad y/o manejo del tiempo.
P r o d u c t o	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Reporte escrito individual con una explicación detallada de cada parámetro a caracterizar para el diseño de sistemas de desalinización por ósmosis inversa; que justifique su uso. • <input type="checkbox"/> Reporte escrito sobre visita a empresa industrial o laboratorio, donde se ejemplifique el uso y cada componente que integra un sistema de desalinización por ósmosis inversa. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El reporte individual deberá ser entregado sin retraso indicando aspectos teóricos y casos publicados, escritos con redacción apropiada, incluyendo bibliografía consultada científica. Además el documento deberá indicar el principio de funcionamiento de cada parámetro de diseño. • <input type="checkbox"/> El reporte deberá incluir diagramas del proceso, explicación del proceso y conclusión, ejemplificando el dimensionamiento.

o s C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Documento escrito en equipo que muestre los pasos a detalle con cálculos, de un diseño para un sistema de desalinización por de ósmosis inversa. 	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> El documento escrito deberá cumplir los siguientes criterios: Portada, Índice, Introducción (incluir los antecedentes y el objetivo de la investigación), desarrollo del trabajo, conclusiones, bibliografía y anexos. Se reflejará la capacidad para trabajar en equipo.
	<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Identificación de los diferentes parámetros a considerar en el diseño de sistemas de desalinización por ósmosis inversa. • <input type="checkbox"/> Identificación de la normatividad aplicable en el diseño de sistemas de desalinización. • <input type="checkbox"/> Aplicación de los diferentes software especializado que integran los diseños de sistemas de desalinización. • <input type="checkbox"/> Identificación de los diferentes arreglos en sistemas de desalinización por ósmosis inversa. 	

Evaluación del curso

Criterio	Ponderación
Unidad de competencia 1	10%
Unidad de competencia 2	15%
Unidad de competencia 3	25%
Unidad de competencia 4	50%
	100% (Cumpliendo total de criterios)

Bibliografía Básica

Autor	Titulo	Edición	Editorial	ISBN
JANE KUCERA	REVERSE OSMOSIS	2	WILEY	978-1-118-63974-0
FAUZI ISMAIL, KAILASH CHANDRA KHULBE, TAKESHI MATSUURA	REVERSE OSMOSIS	1	ELSEVIER	9780128115398
VASSILIS BELESSIOTIS, SOTERIS KALOGIROU, EMMY DELYANNIS	THERMAL SOLAR DESALINATION: METHODS AND SYSTEMS	1	ELSEVIER	978-0128096567

Bibliografía de Consulta

Autor	Titulo	Edición	Editorial	ISBN
NIKOLAY VOUTCHKOV	DESALINATION PROJECT COST ESTIMATING AND MANAGEMENT	1	CRC PRESS, INC.	978-0815374145

Bibliografía de Bases de Datos Electronicas

Autor	Titulo del articulo	Año de publicación	Editorial
Chen, Liwen; Xu, Qiang; Gossage, John L.; et al.	Simulation and economic evaluation of a coupled thermal vapor compression desalination process for produced water management	2016	Web of Science
URL: http://apps.webofknowledge.com.itson.idm.oclc.org/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=8Fw5EaPCIXvA7ub4Sev&page=1&doc=1			
Mehdzadeh, S. Sadjad; Badaruddin, S.; Khatibi, S.	Abstraction, desalination and recharge method to control seawater intrusion into unconfined coastal aquifers	2019	Web of Science
URL:			