

**PROGRAMA EDUCATIVO:
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

PROGRAMA DE ASIGNATURA: OPTATIVA III TÓPICOS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA FERROSA CLAVE: O-TPAF-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante desarrollará sistemas de protección anticorrosiva en instalaciones ferrosas expuestas a condiciones ambientales marino e industrial, desde el diseño, supervisión de aplicación e inspección de calidad de sistemas de recubrimientos anticorrosivos y sistemas de protección catódica para prolongar la vida útil de dichas instalaciones mediante técnicas, métodos, normatividades y mejores prácticas de evaluación, preparación, aplicación y seguimiento operativo de dichos sistemas.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar procesos de producción y servicios empleando principios de operaciones y procesos unitarios, ingeniería de procesos y económica, diseño, normatividad y sustentabilidad, para satisfacer las necesidades del entorno social e industrial.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	9	3.75	Escolarizada	4	60

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Fundamentos básicos	4	2
II. Recubrimientos anticorrosivos	8	10	18
III. Preparación de superficie	8	10	18
IV. Protección catódica	8	10	18
Totales	28	32	60

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Planificar proyectos de ingeniería empleando la Ingeniería Básica y de detalle, normas técnicas, sustentabilidad y criterios de ingeniería, para el desarrollo de procesos de producción o servicios, modificación de instalaciones u optimización	Calcular los equipos de proceso con base a los requerimientos y la normatividad aplicable, para lograr el rendimiento y conversión establecida.	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Calcula el área de transferencia de intercambiadores de calor 2. Calcula el diámetro, altura y número de etapas de columnas de separación. 3. Cálculo de diámetros y caídas de presión en sistemas de transporte de fluido por tubería. 4. Cálculo de la potencia de bombeo y compresión. 5. Calcula la altura de la torre de enfriamiento y la potencia de la caldera. 6. Calcula la capacidad del equipo de operaciones unitarias: secado, evaporación, destilación, absorción ... 7. Calcula tanques de almacenamiento y recipientes sujetos a presión. 8. Elabora hojas de especificación de equipo de proceso.
Diseñar procesos e instalaciones de producción conforme a criterios heurísticos y normativos para optimizar las operaciones y productividad del proceso.	Realizar diagramas de ingeniería de proceso empleando software con base a normas y criterios aceptados para determinar la configuración de la instalación productiva.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrolla diagramas de bloques del proceso que contenga: <ol style="list-style-type: none"> a) Identificación de entradas y salidas de materiales b) Las operaciones y procesos efectuados c) Identificación de los componentes involucrados en el proceso. d) Cuadro de referencia con información del diagrama de bloques. 2. Desarrolla diagramas flujo de proceso que contengan: <ol style="list-style-type: none"> a) Dirección de las corrientes de flujo y su identificación. b) Composición de las corrientes de flujo en %peso y % mol c) Condiciones de operación del proceso, presión, temperatura y fracción vapor de las corrientes. d) Descripción de la función de los equipos de proceso con etiquetas distintivas. e) Pie de plano con información del diagrama de flujo. 3. Desarrolla diagrama de tubería e instrumentación que contenga: <ol style="list-style-type: none"> a) Codificación de la tubería con al menos diámetro, material

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

		<p>de construcción, tipo de servicio, especificación y numeración de tubería</p> <ul style="list-style-type: none"> b) Datos de diseño de los equipos con etiquetas distintivas c) Válvulas de acuerdo a la función dentro del proceso, bloqueo, regulación o evitar el retroflujo d) Lazos de control con al menos 4 componentes sensor, transmisor, controlador y elemento final de control. e) Pie de plano con información del diagrama de tubería e instrumentación <p>4. Realiza Plano de distribución de planta que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Distribución de las áreas de la planta b) Distribución de los equipos de proceso c) Infraestructura de carga y descarga d) Colindancias de la planta y dirección del viento dominante e) Pie de plano con la información del layout de la planta.
--	--	---

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Fundamentos básicos					
Propósito esperado	El estudiante determinará la mejor estrategia de control de corrosión mediante la identificación de la geometría y las condiciones ambientales y operativas de la instalación ferrosa para el cumplimiento de una durabilidad y desempeño predeterminado					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	2	Horas Totales	6

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Corrosión y su clasificación	<p>Conocer la definición de corrosión, definiciones básicas y sus formas.</p> <p>Identificar los diferentes tipos de clasificación de la corrosión en sustrato base.</p> <p>Reconocer los estándares que estiman el grado de deterioro corrosivo en una instalación ferrosa, en sustrato base y pintado.</p>	<p>Determinar grados de deterioros en paneles, fotos o inspecciones en campo, en sustratos de base ferrosa y pintado, mediante normatividad ISO 8501-:2007 o equivalentes para la primera, e ISO 4628-3:2016 o equivalentes para la segunda.</p>	<p>Asumir la responsabilidad para realizar actividades integrado en equipo.</p> <p>Fomentar el autoaprendizaje en la resolución de cuestionarios de fundamentos de corrosión.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Celda electroquímica	Identificar los componentes y configuración entre una celda electroquímica y otra galvánica Identificar la distribución elemental de potenciales estándar a 25°C	Experimentar el funcionamiento de una celda electroquímica y otra galvánica, midiendo la velocidad de corrosión en la primera.	Asumir la responsabilidad para realizar actividades integrado en equipo. Fomentar el autoaprendizaje en la resolución de cuestionarios de fundamentos de corrosión.
Ambientes corrosivos	Conocer la caracterización de ambientes corrosivos	Determinar cualitativamente el tipo de ambiente corrosivo al que una instalación ferrosa se enfrenta mediante la normatividad ISO 12944:2018 o equivalentes	
Estrategias de control de corrosión	Reconocer cuáles son y en qué consisten las diferentes estrategias de control de corrosión.	Determinar la mejor estrategia de control de corrosión para el servicio de la instalación ferrosa en cuestión.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Tareas de investigación Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyector Software dedicado Normas estandarizadas de análisis Equipo de laboratorio y campo	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica el tipo de corrosión observable en la instalación ferrosa basado en la clasificación de la corrosión; clasifica el ambiente de trabajo al que se encuentra sometida la instalación ferrosa; interpreta el grado de deterioro de la información de los estándares aplicables, relacionados o equivalentes; valora la relación de causa y efecto entre el ambiente de trabajo y el deterioro observado para proponer un sistema de recubrimientos adecuado a la durabilidad requerida.	El estudiante elabora un reporte, a partir de un caso de estudio o de alguna inspección en campo en una instalación ferrosa, en el que se indique: -tipo de corrosión observada - estimación del grado de deterioro en la instalación -estimación del ambiente de trabajo al que se enfrenta la instalación -conclusión sobre si el deterioro observado fue causado por su ambiente de trabajo o fue acelerado por alguna agencia adicional	Rúbrica Cuestionario

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Recubrimientos anticorrosivos					
Propósito esperado	El estudiante determinará el sistema de recubrimientos más apropiado a la instalación ferrosa mediante la identificación de las condiciones ambientales, geométricas y operativas para el cumplimiento de una durabilidad y desempeño predeterminado.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	18

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Componentes y sus funciones	<p>Conocer los diferentes componentes de un recubrimiento.</p> <p>Conocer las funciones que tiene cada componente en el funcionamiento del recubrimiento</p>	<p>Determinar la mejor estrategia de control de corrosión para el servicio de la instalación ferrosa en cuestión.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento crítico y creativo, a través de la resolución de casos de estudios para resolver problemas de corrosión aplicando recubrimientos anticorrosivos.</p> <p>Fomentar el trabajo en equipo en tareas de investigación de sistemas de recubrimientos</p>
Clasificación basada en mecanismos de secado	<p>Conocer los diferentes mecanismos de secado de los recubrimientos</p>	<p>Verificar en hoja de datos de seguridad de recubrimientos, los componentes indicando sus funciones en la composición.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Sistemas de recubrimientos	Identificar las palabras clave en la definición de un sistema de recubrimientos Reconocer la función de cada recubrimiento en un sistema determinado. Reconocer la clasificación de los sistemas de recubrimientos Reconocer la durabilidad promedio de sistemas puros e híbridos	Formular un sistema de recubrimientos con durabilidad promedio de 3, 6 y 10 años	Desarrollar el pensamiento crítico y creativo, a través de la resolución de casos de estudios para resolver problemas de corrosión aplicando recubrimientos anticorrosivos. Fomentar el trabajo en equipo en tareas de investigación de sistemas de recubrimientos
Aplicación de recubrimientos	Identificar los diferentes métodos de aplicación de los recubrimientos Reconocer los principios operativos de los equipos empleados en los métodos de aplicación de recubrimientos.	Proponer sistemas de aplicación de recubrimientos con factores de pérdida de 5 y 10 % para sistemas acrílicos y epóxicos	Fomentar la conciencia de seguridad y protección al medio ambiente de conformidad con la normatividad vigente para asegurar la durabilidad y desempeño especificado en un sistema de recubrimientos
Parámetros operativos, control de calidad y normatividades	Reconocer los elementos clave en la información de una ficha técnica y una hoja de seguridad de recubrimientos. Identificar los parámetros operativos y manera de medirlos de un recubrimiento. Identificar los parámetros de control ambiental y uso del equipo de medición. Identificar los parámetros de desempeño y equipos de medición.	Estimar los rendimientos teóricos de sistemas de recubrimientos acrílicos y epóxicos, así como los tiempos de repintado. mediante la información de ficha técnica Inspeccionar la operación de pintado mediante mediciones de espesor húmedo y secos usando instrumentos y criterios de estándares como ISO 19840: 2012, relacionados o equivalentes Inspeccionar la operación de pintado mediante control de humedad relativa, temperatura de superficie y depresión del punto de rocío usando estándares ISO 8502-4:2017, relacionados o equivalentes Inspeccionar desempeño de la correcta operación de pintado mediante medición de la adherencia y de la porosidad del sistema de recubrimientos usando estándares ISO 16276-1: 2007 (adherencia) e ISO 29601: 2011, relacionados o equivalentes.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Aprendizaje basado en proyecto Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyector Software dedicado Normas estandarizadas de análisis Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica el tipo de sistema de recubrimientos que se encuentra aplicado, o propuesta a ser aplicada en la instalación ferrosa; opera los instrumentos de medición requeridos para las mediciones ambientales, de película húmeda y seca, de adherencia; evalúa los parámetros de operación del proceso de pintado midiendo las condiciones ambientales, el cumplimiento de los espesores húmedos y secos especificados, y la porosidad y adherencia como calidad del sistema de recubrimientos; interpreta si el proceso de aplicación del sistema de recubrimientos cumple con los criterios de aceptación establecidos en la especificación y/o normatividades aplicables, relacionadas o equivalentes; supervisa las condiciones y medidas de seguridad y la disposición de los residuos, apropiadas, del proceso de pintado; valora el cumplimiento de la especificación del sistema de recubrimientos aplicado por el proceso de pintado sobre la instalación ferrosa basado en la información obtenida, en términos de durabilidad asegurada; establece medidas preventivas o correctivas al proceso de pintado en caso que los resultados de la valoración no sean los mínimos aceptables.	El estudiante elabora un reporte, a partir de un caso de estudio o de alguna inspección en campo en una instalación ferrosa, en el que se indique: - tipo de sistema de recubrimientos observado - control de condiciones ambientales - medición de espesores secos promedio - medición del grado de adherencia - grado de deterioro observado del sistema de recubrimientos - estimación de las causas responsables de dicho deterioro - conclusión del estado que conserva el sistema de recubrimientos y la recomendación para conservarlo, o en su caso de ser recién pintado, estimación de la durabilidad y desempeño del sistema de recubrimientos	Rúbrica Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Preparación de superficie					
Propósito esperado	El estudiante formulará la especificación de limpieza más conveniente al sistema de recubrimientos propuesto para asegurar la durabilidad y desempeño especificado					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	18

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Tipos de mantenimiento a sistemas de recubrimientos	Reconocer los tipos de mantenimiento que se efectúan a un sistema de recubrimientos Identificar los tipos de limpieza, sus criterios de aceptación, y equipos relacionados para llevarlas a cabo.	Verificar en una superficie determinada, que necesidad de mantenimiento anticorrosivo requiere, especificando su tipo de limpieza y criterio de aceptación.	Desarrollar el pensamiento crítico a través de llevar a la práctica el mantenimiento que se realiza en un sistema de recubrimiento. Fomentar la conciencia de seguridad al aplicar la normatividad vigente para asegurar la durabilidad y desempeño especificado en un recubrimiento
Tipos y equipos de preparación de superficie	Reconocer los grados de limpieza abrasiva	Proponer una preparación de superficie adecuada para procesos de renovación de un sistema de recubrimientos acrílico y epóxico sobre un sustrato base ferroso, con una durabilidad estimada para 3, 6 y 10 años.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Grados de limpieza en preparación de superficie	Identificar los procedimientos y criterios de aceptación de control de calidad de limpieza propuesta en la especificación del proyecto	Inspeccionar la operación de preparación de superficie mediante medición de sales solubles en superficie, en abrasivo y rugosidad y apariencia, usando estándares ISO 8502-6 y 9: 2020 (sales) e ISO 8503-1 y 2: 2012, relacionados o equivalentes.	Desarrollar el pensamiento crítico a través de llevar a la práctica el mantenimiento que se realiza en un sistema de recubrimiento. Fomentar la conciencia de seguridad al aplicar la
Control de calidad de preparación de superficie	Identificar los equipos de medición principios operativos de control de calidad de limpieza propuesta en la especificación del proyecto.	Operar los equipos de medición de campo y laboratorio, relacionado con el control de calidad de la limpieza propuesta en la especificación del proyecto (medición de sales solubles en abrasivo y sobre superficie, perfil de rugosidad, contenido de polvo sobre la superficie, flash rust, etc.) Estimar si la preparación de superficie realizada en zonas o la totalidad del proyecto, asegurará la durabilidad esperada del sistema de recubrimientos	normatividad vigente para asegurar la durabilidad y desempeño especificado en un recubrimiento

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Aprendizaje basado en proyecto Equipos colaborativos Tareas de investigación	Pizarrón PC Proyectores Normas estandarizadas de análisis Equipo de laboratorio y campo Software dedicado	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante diseña la preparación de superficie adecuada a las expectativas de durabilidad esperada del sistema de recubrimientos propuesto; opera instrumentos de medición de parámetros de salinidad sobre superficie y rugosidad especificadas; interpreta si los resultados obtenidos por el proceso de preparación de superficie cumple con los criterios de aceptación de la normatividad aplicable, relacionada o equivalente; identifica fallas en el trabajo de preparación de superficie basado en el seguimiento de las mediciones obtenidas; valora el trabajo de preparación de superficie previo al pintado del sistema de recubrimientos si está conforme al criterio de aceptación especificado; establece medidas preventivas o correctivas, en caso que el proceso de preparación de superficie no sea aceptable.	<p>El estudiante elabora un reporte, a partir de un caso de estudio o de alguna inspección en campo en una instalación ferrosa, en el que se indique:</p> <ul style="list-style-type: none"> - métodos de limpieza empleados - dimensión de la superficie limpiada - grado de limpieza obtenido - nivel de cloruros en superficie y/o en abrasivo y/o en agua - conclusión acerca de la calidad de la limpieza y el impacto que tendría en la adherencia y durabilidad del sistema de recubrimientos. 	<p>Rúbrica para evaluar el caso práctico</p> <p>Lista de cotejo para evaluar los pasos para la preparación de superficie previo al pintado del sistema de recubrimientos</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	IV. Protección catódica					
Propósito esperado	El estudiante diseñará el sistema de protección catódica más adecuado al sistema de recubrimientos propuesto mediante el cálculo y distribución correcto para evitar daños por desprendimiento catódico.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	18

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Tipos de protección catódica	Identificar los tipos de protección catódica más comunes en el medio marino e industrial	Inspeccionar características del electrólito mediante estudios de agresividad de suelo, medición de potenciales superficie-suelo, estudio de corrientes vagabundas, usando estándares relacionados o equivalentes.	Desarrollar el pensamiento crítico a través de diseñar propuestas de protección catódica en instalaciones ferrosas.
Cálculo y criterios de implementación de protección catódica por ánodos de sacrificio	Reconocer el procedimiento de cálculo y criterios de distribución de un sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio en instalaciones sumergidas o enterradas.	Estimar un sistema de protección catódica para una superficie de 100 m ² , bien pintada, sumergida en agua de mar, indicando tipo, característica y cantidad de ánodo a ser utilizado y criterios considerados	Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades integrado en equipo en forma proactiva.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Cálculo y criterios de implementación de protección catódica por corriente impresa	Reconocer el procedimiento de cálculo y criterios de implementación de un sistema de protección catódica por corriente impresa, en instalaciones sumergidas o enterradas.	Calcular un sistema de protección catódica para una superficie de 100 m ² , bien pintada, enterrada, de resistividad 200 ohm-m, indicando tipo, característica de insumos y cantidad de corriente a ser suministrada, y criterios considerados.	Desarrollar el pensamiento crítico a través de diseñar propuestas de protección catódica en instalaciones ferrosas. Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades integrado en equipo en forma proactiva.
Seguimiento operativo del funcionamiento	Reconocer el procedimiento de seguimiento operativo de un sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio o por corriente impresa.	Medir los potenciales, corrientes, resistividades, de manera periódica, en sistemas de protección catódica, por corriente impresa o ánodos de sacrificio, que permita verificar el desempeño de la función protectora del sistema.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Aprendizaje basado en proyecto Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyectores Normas estandarizadas de análisis Equipo de laboratorio y campo Software dedicado	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante opera los instrumentos de medición involucrados en el proceso de implementación de un sistema de protección catódica (agresividad del electrólito, resistividad implicada, potenciales, etc.); diseña un sistema de protección catódica adecuado a las condiciones del electrolito y de integridad física de la instalación ferrosa, que proporcione la corriente de protección; valora el adecuado funcionamiento del sistema de protección catódica; propone correcciones a la operación en caso de que detecte anomalías en el nivel de protección diseñado.	El estudiante elabora un reporte, a partir de un caso de estudio o de alguna inspección en campo en una instalación ferrosa, en el que se indique: <ul style="list-style-type: none"> - tipo de instalación a proteger catódicamente - dimensión de la superficie a proteger - tipo de sistema de protección catódica considerado (justificación) - consideraciones de diseño - capacidad de diseño - especificación de diseño - conclusiones acerca del diseño y recomendaciones de instalación 	Rúbrica para evaluar el caso de estudio Guía de observación para el diseño de un sistema de protección catódica en una instalación ferrosa

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniería o Maestría de formación química orientados a procesos industriales o similares	Experiencia mínima de dos años impartiendo asignaturas de especialidad en instituciones de educación superior, con capacitación pedagógica y didáctica en evaluación en competencias.	Experiencia mínima de tres años, con nivel mínimo de mando medio, en operación de plantas de procesamiento químico, petroquímico, refinación de petróleo o similares, que contengan sistemas de transferencia de momento, de calor y de masa.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Fernández de Bata, Jesús A	(2010)	Los elementos del diseño en tuberías y su soldadura. 1ra. Edición.	Madrid, España	Antonio Madrid Vicente Editor.	978-8496709454
Juan Saldarriaga.	(2009)	Hidráulica de tuberías.1ra. Edición.	Bogotá, Colombia	Editorial Alfaomega.,	978-8426728296.
PEMEX Exploración y Producción	(2012)	NRF-026-PEMEX-2012 Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.	D.F. México	PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN,	
PEMEX Exploración y Producción	(2012)	NRF-053-PEMEX-2012 Sistema de protección anticorrosiva a base de recubrimientos para estructuras superficiales.	D.F. México	PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN,	
R.W. Drisco, J.F Jenkins	(2008)	Corrosion And Coatings: An Introduction To Corrosion For Coating Personne 4ta. Edición.	Houston, Tx, USA	NACE	978-1889060248.
B.R. Applema, R.W. Drisko	(2009)	The Inspection Of Coating And Linings: A Handbook Of Basic Practice For Inspectors, Owners And Specifiers.3ra. Edición.	Houston, Tx, USA	NACE	978-188906011-8

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Uhlig H. H.	(2010)	Corrosión Handbook R. W. Revie.	Londres	John Wiley & Sons	978-047008032- 0
F.A. Champion	(2007)	Ensayos de corrosión	Bilbao, España	Urmo	978-843140148- 1
Félix Gomez de León	(2009)	Manual básico de corrosión para ingenieros	Murcia, España	Publicación Universidad Murcia	978-843140148- 1

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
CFE	Noviembre 2017	Tipo de sistema de recubrimientos que se encuentra aplicado, o propuesta a ser aplicada en la instalación ferrosa	https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/D8500-03.pdf
Vera Barceló, B.		Sistemas de protección catódica en tuberías enterradas de acero. Implantación, puesta en marcha y mantenimiento	https://cidta.usal.es/cursos/tuberias/PDFs/Unidad%202/u2c2/T10.02.pdf
Jenningsanodes	octubre 2022	¿Cómo funcionan los ánodos de sacrificio?	https://jenningsanodes.co.uk/2022/10/23/how-do-sacrificial-anodes-work/
Ramos-Gómez, F., Adamés-Montero, Y., Marrero-Águila, R.		Diseño de un Sistema de Protección Catódica para el Interior de un Tanque de Almacenamiento de Petróleo	http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000200318
Estructuras Metálicas MIC SAS.		Tratamiento de protección anticorrosivo	https://www.estructurasmetalicascolombia.com/mantenimiento-de-estructuras/proteccion-contra-la-corrosion
Calzadilla, E., Gil, L., Linares, L.	Julio 2011	Evaluación del comportamiento corrosivo de diferentes aleaciones metálicas y sistemas de	https://poz.unexpo.org/postgrado/uct/descargas/ixjornada/metallurgica/IM08.pdf

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

		recubrimiento poliméricos en ambientes marino-tropical	
LLALCO FLUID TECHNOLOGY, S.L.		Protección Catódica – Corriente impresa y por ánodos de sacrificio	https://www.llalco.com/proteccion-catodica/
Carlo César Clavijo Cáceres		Sistemas de protección catódica para tuberías enterradas de transmisión de gas natural	https://core.ac.uk/download/pdf/323343326.pdf
Instrumentos de inspección DeFelsko		Medición de las condiciones ambientales para la aplicación de pinturas y revestimientos	https://es.defelsko.com/resources/measuring-environmental-conditions

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	