

**PROGRAMA DE ASIGNATURA OPERACIONES UNITARIAS I**

**CLAVE: E-OPU-3**

<b>Propósito de aprendizaje de la Asignatura</b>		El estudiante integrará los principios fundamentales de los fenómenos de transporte para su aplicación en las operaciones unitarias y en el escalamiento de procesos alimentarios y no alimentarios.			
<b>Competencia a la que contribuye la asignatura</b>		Diseñar y desarrollar productos y procesos alimentarios mediante metodologías de investigación, técnicas de escalamiento y transferencia tecnológica, para la gestión y aprovechamiento de los recursos de manera innovadora y sostenible.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
<b>Específica</b>	<b>7</b>	<b>5.63</b>	<b>Escolarizada</b>	<b>6</b>	<b>90</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Transporte de cantidad de movimiento en las operaciones unitarias.	14	21
II.- Transporte de energía y materia en las operaciones unitarias	12	18	30
III.- Aplicaciones de los principios fundamentales de los fenómenos de transporte	10	15	25
<b>Totales</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>90</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Formular productos innovadores en la región a través de la aplicación de los protocolos de investigación, diseños experimentales y escalamiento para darle valor agregado a sus recursos alimentarios</p>	<p>Realizar el protocolo de investigación mediante la aplicación del método científico para la propuesta del proyecto.</p>	<p>Elabora un protocolo de investigación de un proceso alimentario que incluya los pasos del método científico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antecedentes.</li> <li>- Justificación.</li> <li>- Objetivos.</li> <li>- Metodología.</li> <li>- Resultados y discusión.</li> <li>- Conclusiones.</li> <li>- Bibliografía.</li> <li>- Así como presentar el producto terminado</li> </ul>
	<p>Aplicar el protocolo de investigación mediante una prueba piloto para optimizar los parámetros de producción</p>	<p>Realiza el prototipo del producto, que incluya un informe técnico y económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diagnóstico regional.</li> <li>- Identificación de recursos alimentarios disponibles.</li> <li>- Macrolocalización.</li> <li>- Microlocalización.</li> <li>- Distribución de planta,</li> <li>- Descripción del proceso.</li> <li>- Selección de maquinaria y equipo</li> <li>- Materias primas e insumos(proveedores).</li> <li>- Mano de obra.</li> <li>- Impacto ambiental.</li> <li>- Servicios.</li> <li>- El estudio de mercado, análisis financiero y estudio económico.</li> <li>- Resumen ejecutivo.</li> <li>- Interpretación del análisis económico de acuerdo a los indicadores financieros.</li> <li>- Propuesta de mejora para la toma de decisiones</li> <li>- Presentación ejecutiva del proyecto argumentando su resultado.</li> </ul>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Realizar el escalamiento de procesos en plantas de alimentos mediante la aplicación del estudio técnico ingenieril para establecer la producción a nivel industrial.	Realiza un estudio que incluya: - Memoria de cálculo del proceso de producción (formulación, especificaciones técnicas del equipo, operaciones unitarias del proceso). - Diagrama de proceso. - Presentar en forma oral y escrita.
Formular proyectos productivos del sector alimentario para el aprovechamiento de los recursos naturales mediante la elaboración del plan de negocios utilizando como herramienta el análisis de factibilidad.	Realizar un plan de negocios a través de la metodología de elaboración de plan de negocios para establecer un marco estratégico y operativo del proyecto.	Realiza el plan de negocios que incluya estudio: - De mercado. - Técnico. - Económico.
	Evaluar el plan de negocios a través de la interpretación de los indicadores técnicos y financieros para determinar la viabilidad del proyecto.	Realizar presentación ejecutiva del proyecto que incluya: - Plan de negocios. - Interpretación de los indicadores, discusión y conclusión.

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Transporte de cantidad de movimiento en las operaciones unitarias					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá los principios fundamentales del transporte de cantidad de movimiento y balances de energía mecánica en sistemas de producción para su aplicación en los procesos alimentarios y no alimentarios					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	14	Horas del Saber Hacer	21	Horas Totales	35

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Transporte de cantidad de movimiento	<p>Describir las propiedades de los fluidos como: Densidad, volumen específico, gravedad específica, tensión superficial, dilatación volumétrica, calor específico, viscosidad, compresibilidad.</p> <p>Identificar los equipos y métodos necesarios para la medición de la viscosidad y densidad.</p> <p>Identificar la Ley de Newton de la viscosidad (gradientes de velocidad y esfuerzos cortantes).</p> <p>Identificar los distintos comportamientos reológicos de los fluidos en la industria alimentaria: newtonianos, no newtonianos (pseudoplástico, dilatante, plástico de Bingham, tixotrópico, reopécticos y fluidos viscoelásticos).</p>	<p>Determinar las propiedades de los fluidos.</p> <p>Calcular la viscosidad, espesor, fuerza de resistencia y esfuerzo cortante de un fluido aplicando la ley de viscosidad de Newton.</p> <p>Determinar el comportamiento reológico de distintos fluidos utilizados en la industria alimentaria.</p> <p>Calcular los balances de transporte de cantidad de movimiento.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Identificar las ecuaciones y balances del transporte de cantidad de movimiento		
Régimen de un fluido y Número de Reynolds	Reconocer las características de los regímenes de fluidos: laminar, transición y turbulento.  Describir los conceptos, fórmulas y aplicación de: gasto volumétrico, velocidad de flujo, ecuación de continuidad y número de Reynolds	Clasificar los fluidos en un régimen con base en sus características.  Calcular gasto volumétrico, velocidad de flujo y número de Reynolds.	
Transferencia interfacial de la cantidad de movimiento	Reconocer los conceptos de: la Teoría de la capa limite, Perfiles de velocidad, Ley de Darcy, ecuación de Ergun y Ecuación de Bernoulli.  Identificar las aplicaciones de: la Teoría de la capa limite, Perfiles de velocidad, Ley de Darcy, ecuación de Ergun y Ecuación de Bernoulli.	Realizar cálculos aplicando los conceptos de: la Teoría de la capa limite, Perfiles de velocidad, Ley de Darcy, ecuación de Ergun y Ecuación de Bernoulli.	
Factores de fricción en tuberías y accesorios.	Reconocer el concepto de factores de fricción en tuberías y accesorios.  Identificar los métodos aplicables para la determinación de los factores de fricción en tuberías y accesorios.	Reconocer el concepto de factores de fricción en tuberías y accesorios.  Identificar los métodos aplicables para la determinación de los factores de fricción en tuberías y accesorios.	
Balace de energía mecánica y bombas.	Describir la metodología para el cálculo de caída de presión en tuberías, caída de presión en accesorios, caída de presión total y potencia de la bomba.  Reconocer los diferentes tipos y eficiencia de bombas utilizados en la industria alimentaria y no alimentaria.	Realizar cálculos para determinar la caída de presión en tuberías y accesorios, caída de presión total y potencia de la bomba.  Elegir el tipo de bomba a utilizar en el proceso de producción..	

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-44.2</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Estudio de Casos Taller y práctica mediante la acción Aprendizaje Basado en Problemas	Pintarrón Cañón Rotafolios Pizarrón Calculadora Computadora Tablas de conversión Módulos didácticos de aprendizaje Plantas piloto Flexómetro Vernier Tablas de propiedades de fluidos Tablas de Coeficientes de fricción en Tuberías y Accesorios Catálogo de Especificaciones Técnicas de Bombas Densímetro Viscosímetro Manómetro Buretas graduadas Termómetro Material y equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes seleccionan el tipo de bomba adecuada para un proceso de producción tomando en cuenta las propiedades del fluido, la potencia requerida, las caídas de presión y la eficiencia de la bomba.	<p>A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reporte de práctica de la determinación de propiedades y el tipo de fluido con base en sus características reológicas (miel, aceite, entre otros).</li> <li>-Problematario sobre cálculos de caída de presión en tuberías y accesorios, caída de presión total y potencia de una bomba.</li> <li>- Selección de una bomba para un proceso de producción agroindustrial: incluye la memoria de cálculo, las propiedades del fluido, las tuberías y accesorios, la caída de presión, el tipo de bomba, la potencia requerida y la eficiencia de la bomba.</li> </ul>	<p>Rúbrica Portafolios de evidencias</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Transporte de energía y materia en las operaciones unitarias					
Propósito esperado	El estudiante comprenderá los principios fundamentales de los mecanismos de transferencia de energía y materia para su aplicación en las operaciones unitarias de procesos alimentarios y no alimentarios.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Transporte de energía	<p>Reconocer los mecanismos de transferencia de energía en forma de calor.</p> <p>Identificar la Ley de Fourier de la conducción de calor, Ley de enfriamiento de Newton, Ley de Stefan - Boltzman de la radiación.</p> <p>Identificar los principales factores que intervienen en la transferencia de energía.</p> <p>Identificar las ecuaciones y balances del transporte de energía..</p>	<p>Seleccionar los factores que intervienen en la transferencia de energía en forma de calor.</p> <p>Aplicar la transferencia de calor en un proceso alimentario.</p> <p>Realizar balances de transferencia de energía en forma de calor.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p>
Transporte de materia	<p>Reconocer el concepto de concentración, difusividad, coeficiente de difusión, teorema general de transporte.</p>	<p>Aplicar la transferencia de masa en un proceso alimentario</p> <p>Realizar balances de transferencia de masa en un volumen de control</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Identificar los efectos de la presión y temperatura en el coeficiente de difusión.</p> <p>Identificar la Ley de Fick de la difusión.</p> <p>Identificar las ecuaciones y balances del transporte de masa.</p>		
--	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Aprendizaje cooperativo/ colaborativo Estudio de casos Aprendizaje Basado en Problemas	Pintarrón Cañón Rotafolios Pizarrón Calculadora Computadora Tablas de conversión Módulos didácticos de aprendizaje Plantas piloto Software de simulación	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes evalúan la transferencia de masa, calor y cantidad de movimiento para su aplicación en las operaciones unitarias.	<p>A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Probleuario sobre cálculos de viscosidad, espesor, fuerza de resistencia y esfuerzo cortante de un fluido aplicando la ley de viscosidad de Newton.</li> <li>-Reporte del comportamiento reológico de los fluidos utilizados en la agroindustria: newtonianos, no newtonianos (pseudoplástico, dilatante, plástico de Bingham, tixotrópico, reopépticos y fluidos viscoelásticos).</li> <li>-Probleuario sobre cálculos de balances de transporte de cantidad de movimiento, energía y masa.</li> </ul>	<p>Cuestionario Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	III. Aplicaciones de los principios fundamentales de los fenómenos de transporte					
Propósito esperado	El estudiante diseñará cámaras de refrigeración y congelación para su implementación en la industria alimentaria y no alimentaria.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Ciclos termodinámicos	<p>Describir la segunda ley de la termodinámica en sistemas cerrados y abiertos: Procesos reversibles e irreversibles, declaración de Clausius, declaración de Kelvin, máquinas térmicas, entropía.</p> <p>Reconocer los principales ciclos termodinámicos: (Carnot, Rankine, Otto, Diésel).</p> <p>Describir el ciclo de Carnot: Los cuatro procesos reversibles (isotérmicos y adiabáticos)</p> <p>Describir el rendimiento y la eficiencia de una máquina de Carnot</p> <p>Identificar las diferentes cartas psicrométricas que se utilizan en los diferentes ciclos termodinámicos.</p>	<p>Realizar diagramas de los diferentes ciclos termodinámicos y su descripción.</p> <p>Calcular la eficiencia del ciclo de Carnot.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p> <p>Desarrollar el pensamiento crítico y habilidades analíticas.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Sistemas mecánicos de refrigeración y congelación	<p>Identificar los componentes de un sistema de refrigeración y congelación.</p> <p>Identificar las distintas etapas del ciclo de refrigeración: condensador, compresor, evaporador y válvula de expansión.</p>	Calcular la carga térmica de cámaras de refrigeración y congelación.	
Diseño de sistemas de cámaras de refrigeración y congelación.	<p>Reconocer las características de los diferentes refrigerantes utilizados en la industria alimenticia.</p> <p>Describir las características de los diferentes tipos de aislantes y accesorios utilizados en las cámaras de refrigeración y congelación.</p> <p>Reconocer la metodología para el cálculo de carga térmica y el diseño de las cámaras de refrigeración y congelación.</p>	Diseñar cámaras de refrigeración y congelación.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Aprendizaje Basado en Problemas Aprendizaje Basado en Proyectos Aprendizaje cooperativo/colaborativo	Calculadora Computadora Nomogramas Tablas de conversión Normatividad Cartas psicométricas Módulos didácticos de aprendizaje Plantas piloto Tablas de propiedades de los alimentos Pintarrón Cañón Rotafolios Pizarrón	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes conocen y ponen en práctica la metodología para el cálculo de la carga térmica y el diseño de una cámara de refrigeración y/o congelación para un determinado producto agroindustrial.	A partir de un caso práctico, el estudiante entrega un portafolio de evidencias que incluya lo siguiente:  -Problemario sobre cálculos de rendimiento y eficiencia de una máquina de Carnot  -Cálculo de la carga térmica y el diseño de una cámara de refrigeración y/o congelación para un determinado producto agroindustrial.	Cuestionario Rúbrica

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Profesionista en el área de Química, Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Agroindustrial o afín	Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la química aplicada y operaciones unitarias en nivel superior Capacitaciones en estrategias didácticas Inducción al modelo educativo de las UST	Al menos dos años de experiencia en el sector alimentario

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot.	2006	Fenómenos de transporte		Limusa Wiley	968-18-6365-8
C.J. Geankoplis	2014	Procesos de transporte y principios de procesos de separación		<b>Patria</b>	<b>978-9702408567</b>
<b>Y.A. Çengel</b>	2007	Transferencia de calor y masa: Un enfoque práctico		McGraw-Hill/Interamericana.	978-970-10-6173-2
T.L. Bergman, A.S. Lavine, F.P. Incropera, D.P. Dewitt	2011	Fundamentals of Heat and Mass Transfer		John Wiley & Sons, Inc.	978-0470-50
P. Atkins, Julio de Paula.	2014	Physical Chemistry: Thermodynamics, Structure, and Change.		Oxford University Press	978-1-4292-9019-7
Ira N. Levine.	2014	Principios de Fisicoquímica.		McGraw-Hill/Interamericana.	978-607-15-0988-8
J. Keeler, P. Bolgar, H. Lloyd, A. North.	2018	Student Solutions Manual to Accompany Atkins' Physical Chemistry		Oxford University Press	978-0198807773

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott, M.T. Swihart	2020	Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química		McGraw Hill.	9786071514691
P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler	2018	Physical Chemistry		Oxford University Press	978-0198769866
P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler	2018	Physical Chemistry: Thermodynamics and Kinetics		Oxford University Press	978-0198817895
Warren L. McCabe, Julian C. Smith and Peter Harriott.	2007	Operaciones unitarias en ingeniería química		The McGraw-Hill.	978-970-10-6174-9

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-44.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	