

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**SÍLABO DEL CURSO:
TRANSFERENCIA DE MASA II**

I. DATOS GENERALES

1.1	Área:	Estudios específicos
1.2	Código:	FPR53
1.3	Requisito:	Transferencia de masa I
1.4	Ciclo:	Noveno
1.5	Semestre académico:	2022-II
1.6	Nº Horas de clase:	Total de horas: 06 Teoría: 02 / Práctica: 04
1.7	Créditos:	04
1.8	Docente:	Mg. Carlos Ernesto Angeles Queirolo ceangelesq@unac.edu.pe
1.9	Condición:	Nombrado
1.10	Modalidad:	Virtual

II. SUMILLA

Es una asignatura que pertenece al área de estudios específicos, es de carácter obligatorio y de naturaleza teórico - práctica. Tiene el propósito de lograr que el estudiante utilice las técnicas y los principios del diseño de equipos para las operaciones con transferencia de masa. Comprende los siguientes contenidos: Destilación, extracción por solventes y secado.

III. COMPETENCIAS A LAS QUE APORTA

3.1 Competencias generales

- CG1. Comunicación:** Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.
- CG2. Trabaja en equipo:** Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos.
- CG3. Pensamiento crítico:** Resuelve problemas, plantea alternativas de solución.

3.2 Competencias específicas de la carrera

- CE1** Aplica conocimientos de las ciencias básicas y tecnológicas en la formulación de solución de los problemas actuales y para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías que les permita adaptarse rápidamente a nuevos escenarios.
- CE2** Formula, evalúa, diseña y participa activamente en proyectos de plantas químicas y afines.

IV. COMPETENCIAS DEL CURSO

1. Comprender los conceptos y fundamentos de las operaciones con transferencia de masa a partir de los conocimientos de las ciencias básicas y tecnológicas de forma coherente y ordenada.
2. Diseñar equipos de métodos de separación a través de los principios básicos del diseño de equipos con objetividad y participación activa.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS, CAPACIDADES Y ACTITUDES

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
(1)	Diseñar equipos de destilación, extracción por solventes y secado.	Participa activamente en el desarrollo de los temas
(2)		Cumple de modo responsable con las tareas de clase

V. ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad N°01: Destilación				
Logro de aprendizaje: Diseña equipos de destilación en relación a su contexto profesional. Al finalizar la unidad, el estudiante comprende los fundamentos de la destilación y los diferentes procedimientos de diseño en relación a su contexto profesional.				
Duración: Semanas 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 y 08				
Fecha de inicio: Grupo 01Q: 24-08-2022 Grupo 02Q: 22-08-2022				
Fecha de término: Grupo 01Q: 14-10-2022 Grupo 02Q: 13-10-2022				
Semana	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
N°01	Destilación: Definición. Aplicaciones. Métodos de destilación. Equilibrio vapor - líquido de soluciones. Generación de datos de equilibrio vapor - líquido para mezclas binarias y multicomponentes	Analiza y reúne los conocimientos de los cursos básicos de la ingeniería química. Elabora un reporte de los diferentes métodos de destilación, con criterio lógico y analítico.	Clasifica los métodos de destilación mediante un mapa conceptual. Calcula temperatura de burbuja y de rocío mediante hoja de cálculo.	Cuestionario
N°02	Generación de datos entalpia-concentración y construcción de diagrama. Destilación en equilibrio: variables de la operación y cálculos a presión constante.	Genera datos para construir los diagramas entalpia - concentración. Identifica las variables de la operación.	Elabora diagramas entalpía - concentración mediante hojas de cálculo. Distingue las variables de la destilación en equilibrio mediante un mapa mental.	Ejercicios autocorrectivos
N°03	Destilación en equilibrio: Problemas de aplicación para sistemas binarios y multicomponentes.	Aplica los balances de materia y energía.	Diseña un equipo de destilación en equilibrio mediante la presentación de ejercicios en trabajo grupal.	Rúbrica

Semana	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
N°04	Destilación discontinua: Destilación diferencial y con rectificaci3n - Variables de la operaci3n. Destilaci3n simple o diferencial: Problemas de aplicaci3n.	Identifica m3todos de destilaci3n discontinua y variables de operaci3n. Aplica los balances de materia en estado no estacionario, utiliza la ecuaci3n de Rayleigh.	Distingue las variables de la destilaci3n discontinua mediante un mapa conceptual Diseña un equipo de destilaci3n diferencial mediante la presentaci3n de ejercicios en trabajo grupal.	Cuestionario
N°05	Destilaci3n fraccionada: Diseño de columnas. Variables de la operaci3n. M3todos para determinar el n3mero de etapas. Determinaci3n del n3mero de etapas de equilibrio por el m3todo de Mc Cabe - Thiele.	Identifica los equipos de destilaci3n fraccionada Aplica los balances de materia en estado estacionario para calcular el n3mero de etapas de equilibrio. Analiza la aplicaci3n del m3todo del Mc Cabe-Thiele.	Distingue las variables y los m3todos de diseño en la destilaci3n fraccionada mediante un mapa conceptual Analiza el uso de los balances de materia y el equilibrio L-V en la destilaci3n fraccionada por el m3todo de Mc Cabe-Thiele.	Ejercicios autocorrectivos
N°06	M3todo de Mc Cabe - Thiele: Variaci3n de la relaci3n de reflujo - Problemas de aplicaci3n	Realiza c3lculos en un diagrama de distribuci3n	Diseña una columna de destilaci3n fraccionada utilizando el m3todo de Mc Cabe-Thiele mediante el uso de hoja de c3lculo.	R3brica
N°07	Determinaci3n del n3mero de etapas de equilibrio por el m3todo de Ponchon-Savarit. Variaci3n de la relaci3n de reflujo: Reflujo m3nimo y total. Problemas de aplicaci3n	Aplica los balances de materia y energ3a para calcular el n3mero de etapas de equilibrio. Analiza la aplicaci3n del m3todo de Ponchon-Savarit Realiza c3lculos en un diagrama entalp3a - concentraci3n.	Analiza el uso de los balances de materia y energ3a con el equilibrio L-V en la destilaci3n fraccionada por el m3todo de Ponchon-Savarit mediante un informe. Diseña una columna de destilaci3n fraccionada utilizando el m3todo de Ponchon-Savarit mediante el uso de hoja de c3lculo.	Ejercicios autocorrectivos
N°08	Examen Parcial.			R3brica

Unidad N°02: Extracci3n por Solventes.

Logro de aprendizaje: Diseña equipos de extracci3n por solventes en relaci3n a su contexto profesional.

Al finalizar la unidad, el estudiante comprende los fundamentos de la extracci3n por solventes y los diferentes procedimientos de diseño en relaci3n a su contexto profesional.

Duraci3n: Semanas 09, 10, 11, 12 y 13

Fecha de inicio: Grupo 01Q: 19-10-2022 Grupo 02Q: 17-10-2022

Fecha de t3rmino: Grupo 01Q: 18-11-2022 Grupo 02Q: 17-11-2022

Semana	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
N°09	Extracción líquido - líquido: Definición. Aplicaciones. Nomenclatura. Equilibrio líquido - líquido de sistemas ternarios. Representación de datos de equilibrio e interpolación en coordenadas triangulares y rectangulares. Diseño de equipo para extracción en fase líquida Extracción en una sola etapa	Evalúa el equilibrio líquido para mezclas ternarias y su representación gráfica Identifica los distintos métodos y equipos de extracción en fase líquida. Aplica los balances de materia y el equilibrio líquido.	Clasifica los métodos de extracción por solventes mediante un mapa conceptual. Elabora diagramas de equilibrio líquido- líquido mediante hojas de cálculo	Cuestionario
N°10	Extracción en una sola etapa: Diagramas triangular, de Janecke -Ejemplos de cálculo. Solventes inmiscibles	Analiza la aplicación del método de diseño	Diseña un equipo de extracción simple mediante de hoja de cálculo.	Rúbrica
N° 11	Extracción en etapas múltiples y en flujo cruzado - Ejemplos de cálculo	Identifica las variables de la operación. Aplica los balances de materia y el equilibrio líquido.	Analiza la aplicación del método de diseño. Diseña un equipo de extracción en etapas múltiples y en flujo cruzado mediante el uso de hoja de cálculo.	Ejercicios autocorrectivos
N° 12	Extracción en etapas múltiples y en contracorriente - Ejemplos de cálculo	Identifica las variables de la operación. Aplica los balances de materia y el equilibrio líquido. Analiza la aplicación del método de diseño	Diseña un equipo de extracción en etapas múltiples y en contracorriente mediante el uso de hoja de cálculo	Rúbrica
N° 13	Extracción sólido - líquido: Definición. Aplicaciones. Equilibrio sólido - líquido. Extracción en una sola etapa y en flujo cruzado. - Ejemplos de aplicación.	Aplica los balances de materia en estado estacionario y el equilibrio sólido - líquido. Analiza la aplicación del método de diseño	Elabora diagramas de equilibrio sólido-líquido mediante representación gráfica. Diseña un equipo de extracción sólido - líquido en una etapa y en flujo cruzado mediante el	Ejercicios autocorrectivos

Unidad N°03: Secado.

Logro de aprendizaje: Diseña equipos de secado en relación a su contexto profesional. Al finalizar la unidad, el estudiante comprende los fundamentos del secado y los diferentes procedimientos de diseño en relación a su contexto profesional.

Duración: Semanas 14, 15, 16 y 17

Fecha de inicio: Grupo 01Q: 23-11-2022 Grupo 02Q: 21-11-2022

Fecha de término: Grupo 01Q: 16-12-2022 Grupo 02Q: 15-12-2022

Semana	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
N° 14	Secado: Definición. Nomenclatura. Curvas de humedad de equilibrio. Clasificación de secadores. Diagrama psicrométrico. - Ejemplos de cálculo.	Identifica métodos de secado. Evalúa el equilibrio para el sistema aire - vapor de agua.	Distingue los diferentes equipos de secado mediante un mapa conceptual. Calcula propiedades del sistema aire-vapor de agua mediante el uso del diagrama psicrométrico.	Cuestionario
N° 15	Secado discontinuo: Pruebas de secado. Periodos y tiempo de secado. Velocidad de secado en el régimen constante. - Ejemplos de cálculo. Exposición trabajos de investigación	Identifica las variables de la operación. Aplica los balances de energía en estado estacionario	Diseña los parámetros tiempo y velocidad de secado mediante hoja de cálculo	Rúbrica
N° 16	Examen Final			Rúbrica
N° 17	Examen Sustitutorio			Rúbrica

VI. METODOLOGÍA

La Universidad Nacional del Callao, licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el modelo educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza - aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. Además, promueve el aprendizaje significativo en el marco de la construcción o reconstrucción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

La Facultad de Ingeniería Química de la UNAC, en cumplimiento con lo dispuesto en la Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU del 01 de abril de 2020, de manera excepcional y mientras duren las medidas adoptadas por el Gobierno con relación al estado de emergencia sanitario, se impartirá educación remota no presencial haciendo uso de una plataforma virtual educativa: espacio en donde se imparte el servicio educativo de los cursos, basados en tecnologías de la información y comunicación (TICs).

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académica (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada del curso: el sílabo, la matriz formativa, ruta del aprendizaje, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas multiplataforma.

Las estrategias metodológicas para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas permiten

dos modalidades de aprendizaje en los estudiantes:

Modalidad sincrónica

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que permiten la comunicación no presencial y en tiempo real entre el docente y los estudiantes. Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

- ✓ Método expositivo
- ✓ Resolución de ejercicios y problemas
- ✓ Fomentar el uso de aplicaciones informáticas para la solución de problemas.

Modalidad asincrónica

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente, sin interacción instantánea. Dentro de la modalidad asincrónica, se hará uso de:

- ✓ Elaboración de informes.
- ✓ Desarrollar la enseñanza-aprendizaje colaborativo y cooperativo basada en la resolución de problemas aplicados.

Entorno virtual de aprendizaje: Aula Virtual UNAC en Moodle, Google Meet, Google Drive.

Investigación formativa

Se promueve la búsqueda de artículos de investigación que sirven para elaborar una monografía sobre la aplicación de los fundamentos de diseño de equipos de transferencia de masa. La exposición grupal de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas ha logrado el estudiante.

VII. MEDIOS Y MATERIALES (Recursos)

Medios informáticos	Materiales digitales
a) Computadora	a) Diapositivas de clase
b) Internet	b) Texto digital
c) Correo electrónico	c) Enlaces web
d) Plataforma virtual	d) Artículos científicos

VIII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

	Rubro	Peso	Semana	Instrumento
Evaluación continua y formativa	Trabajos en grupo	20 %	N°3, N°6, N°10, N°12	Rúbrica
	Trabajo en grupo de investigación con exposición	20 %	N°15	Rúbrica
	Examen parcial	30 %	N°8	Rúbrica
Evaluación final	Examen final	30 %	N°16	Rúbrica
	Examen sustitutorio		N°17	

Fórmula para la obtención de la nota final:

$$PF = 0.30 E1 + 0.30 E2 + 0.20 PT + 0.20 TI$$

E1 = Examen Parcial.

E2 = Examen Final.

PT = Promedio de Tareas

TI = Trabajo de investigación

ES = Examen Sustitutorio

Los exámenes parcial y final se realizarán con el auxilio de formularios, así como tablas y diagramas autorizados por el profesor. No está permitido el uso de solucionarios.

El examen sustitutorio abarcará el íntegro de la asignatura y reemplaza a la nota más baja obtenida en uno de los exámenes parciales.

Requisitos para aprobar la asignatura

De acuerdo Reglamento General de Estudios de la Universidad Nacional del Callao, se tendrá a consideración lo siguiente:

- ✓ Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- ✓ Asistencia al 70% como mínimo en la teoría y 80% a la práctica.
- ✓ La escala de calificación es de 00 a 20.
- ✓ El alumno aprueba si su nota promocional es 11
- ✓ Las evaluaciones son de carácter permanente.
- ✓ La nota de la unidad constituye una nota parcial y tiene un peso establecido en el sílabo. La nota final se obtiene con el promedio ponderado de las notas parciales.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1 Fuentes básicas:

Treybal, R.E. (1980). **OPERACIONES CON TRANSFERENCIA DE MASA** 3era Ed. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Henley, E.J. , Seader, J.D. (1980). **OPERACIONES DE SEPARACIÓN POR ETAPAS DE EQUILIBRIO EN LA INGENIERÍA QUÍMICA**. Ed. REVERTE, Barcelona, 1988.

9.2 Fuentes complementarias:

Alapati Sunarayama (2002). **MASS TRANSFER OPERATIONS**. New Age International Limited Publishers, New Delhi

Alders, L. (1959). **LIQUID - LIQUID EXTRACCION; theory and Laboratory Practice**, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1959.

Basmadjian, D. (2005). **MASS TRANSFER: PRINCIPLES AND APPLICATIONS**; CRC PRESS, Boca Raton.

Benitez, J. (2016). **PRINCIPLES AND MODERN APPLICATIONS OF MASS TRANSFER OPERATIONS**; Mc Graw-Hill Book Co., New Delhi.

- Bennet, C.O. y Myers, J.E. (1975). **MOMENTUM, HEAT AND MASS TRANSFER**; Mc Graw-Hill Book Co., New Delhi.
- Binay K. Duta (2009). **PRINCIPLES OF MASS TRANSFER AND SEPARATION PROCESS**. PHI Learning Private Limited. New Delhi
- Chohey, N. y Hicks, T. (1986). **MANUAL DE CÁLCULOS DE INGENIERÍA QUÍMICA**; Mc Graw-Hill Book Co., México.
- Coulson, J.M. y Richardson, J.F. (1981). **INGENIERÍA QUÍMICA, Tomo II**; Ed. REVERTE S.A., Barcelona.
- Gavhane, K.A. (2008). **MASS TRANSFER II**. Niralli - Prakashan. Pune
- Geankoplis, Ch. (1982). **PROCESOS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES UNITARIAS**. Ed. CECSA, México.
- Hengstebeck, R.J. (1961). **DESTILACIÓN: PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO**, Reinhold Publishing Corp., New York.
- Hines, A. y Maddox, R. (1985). **MASS TRANSFER: FUNDAMENTALS AND APPLICATION**. Prentice Hall, New Jersey.
- Holland, Ch. (1981). **FUNDAMENTOS Y MODELOS DE PROCESOS DE SEPARACIÓN**. Ed. DOSSAT S.A., Madrid.
- Ju Chin Chu , Getty, R. y al. (1968). **DISTILLATION EQUILIBRIUM DATA**. Ed. CECSA, México.
- King, C.J. (1980). **SEPARATION PROCESSES**. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Kister, H.Z. (1990). **DISTILLATION DESIGN**. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Kneule, F. (1976). **EL SECADO**. Ed. URMO S.A., Bilbao.
- Koichi, A., (2006). **MASS TRANSFER: FROM FUNDAMENTALS TO MODERN INDUSTRIAL APPLICATIONS**. Wiley - VCH; Manheim - Alemania.
- Martínez de la Cuesta, P.M. y Rus Martínez, E. (2004). **OPERACIONES DE SEPARACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA - Métodos de Cálculo**. Pearson Educación S.A., Madrid.
- Ocon, J. y Tojo, G. (1968). **PROBLEMAS DE INGENIERÍA QUÍMICA**. Ed. Aguilar, Madrid.
- Pavlov, K.F. , Romankov, P.G. , Noskov, A.A. (1981). **PROBLEMAS Y EJEMPLOS PARA EL CURSO DE OPERACIONES BÁSICAS Y APARATOS EN TECNOLOGÍA QUÍMICA**. Ed MIR, Moscú.
- Perry, R. y Chilton, C. (1973) **CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK**. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Schweitzer, Ph. (1979). **HANDBOOK OF SEPARATION TECHNIQUES FOR CHEMICAL ENGINEERS**. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Sinha, P.A. y Parameswar D. (2012). **MASS TRANSFER: PRINCIPLES AND OPERATIONS**. PHI Learning Private Limited. New Delhi

Treybal, R.E. (1968). **EXTRACCIÓN EN FASE LÍQUIDA**. Ed. U.T.E.H.A., México.

Revistas:

CHEMICAL ENGINEERING

HYDROCARBON PROCESSING

9.3 Publicaciones

Angeles, C. (2004). **Texto "Destilación: Principios básicos de diseño"**. Universidad Nacional del Callao.

Angeles, C. (2006). **Texto: Diseño de Secadores"**. Universidad Nacional del Callao.

Angeles, C. (2008). **"Texto: Destilación - Problemas y ejemplos de cálculo"**. Universidad Nacional del Callao.

Angeles, C. (2010). **Texto: Extracción por solventes: Métodos de cálculo en contacto por etapas"**. Universidad Nacional del Callao.

Angeles, C. (2014). **Texto: Extracción por solventes - Problemas y ejemplos de cálculo"**. Universidad Nacional del Callao.

X NORMAS DEL CURSO

- ✓ Recuerde lo humano
- ✓ Buena educación
- ✓ Utilice buena redacción y gramática para redactar tus correos. Evita escribir con mayúscula sostenida porque se interpreta como si estuviera gritando.
- ✓ Utilizar un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros.
- ✓ Evita el uso de emoticones.

RÚBRICA PARA EVALUACIÓN DE TAREAS Y TRABAJO MONOGRÁFICO

CRITERIO	ESCALA DE CALIFICACIÓN			
Identificación del tema	4	3	2	0
	Identifica el tema con precisión y plantea los objetivos del trabajo con justificación	Identifica el tema con precisión y plantea los objetivos del trabajo sin justificación	Identifica el tema con precisión pero no plantea los objetivos del trabajo ni los justifica	No presenta el tema de investigación.
Marco teórico	4	3	2	0
	Presenta el marco teórico y está acorde con el tema de investigación	Presenta el marco teórico y está acorde parcialmente con el tema de investigación	Presenta el marco teórico pero no está acorde con el tema de investigación	No presenta el marco teórico
Análisis del tema y conclusiones	6	5	3	0
	Presenta el análisis y conclusiones acorde con el tema	Presenta el análisis acorde con el tema pero las conclusiones no están relacionadas con el tema	Presenta el análisis y conclusiones no acordes con el tema	No presenta el análisis y conclusiones
Referenciales	3	2	1	0
	Presenta 10 o más referenciales relacionados con el tema y en estilo APA	Presenta menos de 10 referenciales relacionados con el tema y en estilo APA	Presenta referenciales que no están acordes con el tema y en estilo APA	No presenta referenciales
Redacción y ortografía	3	2	1	0
	Expresión escrita clara y ordenada, ortografía libre de errores	Expresión escrita, clara y ordenada, presenta pocos errores de ortografía (<10)	Expresión escrita, no clara y poco ordenada, presenta errores de ortografía (>10)	No presentó tarea

RÚBRICA: EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES EN EL AULA VIRTUAL

UNIDAD N° SEMANA N°:

INDICADORES	D	R	B	MB	E
Puntualidad					
Demuestra interés por conocimientos previos y clase anterior					
Formula preguntas respecto al tema de clase					
Demuestra interés en las discusiones del tema de clase					
Contesta preguntas del profesor					

	PUNTAJE
D = DEFICIENTE	0-10
R = REGULAR	11-13
B = BUENO	14-15
MB = MUY BUENO	16-18
E = EXCELENTE	19-20

