

PROGRAMA CURSO: **OPERACIONES INDUSTRIALES 1**  
II Semestre, 2021

### Datos Generales

---

**Sigla:** LQ - 0014

**Nombre del curso:** Operaciones Industriales 1

**Tipo de curso:** Semestral

**Número de créditos:** 03

**Número de horas semanales presenciales:** 3 horas

**Número de horas semanales de trabajo independiente del estudiante:** 6 horas

**Requisitos:** LQ-0050

**Correquisitos:** No tiene

**Ubicación en el plan de estudio:** VIII Ciclo

**Horario del curso:** J 17:00-19:50, vía zoom

**Suficiencia:** No tiene

**Tutoría:** No tiene

**Virtualidad:** Virtual (100%)

**Modalidad virtual:** sincrónica/asincrónica

### Datos del Profesor

---

**Nombre:** Ing. Manrique Araya Alfaro

**Correo Electrónico:** manrique.arayaalfaro@ucr.ac.cr

**Horario de Consulta:** J 13:00 – 15:00 , vía zoom

### 1. Descripción del curso

Por medio de este curso se pretende brindar al estudiante, conocimientos básicos sobre sistemas de unidades, balance de materia, transporte de fluidos, transferencia de calor, termodinámica y generación de vapor; los cuales tienen relación con distintas operaciones que se dan en las industrias y que tienen aplicación en áreas de la química y los laboratorios. Además, da orientaciones prácticas para analizar tales operaciones como parte de un sistema productivo. Haciendo uso de las herramientas tecnológicas con que se cuenta, se propicia que investiguen temas e identifiquen variables de proceso y evaluarlas en función de una etapa en particular del proceso, mereciendo especial atención, aquellas en que medie algún análisis físico-químico o algún método de control.

### 2. Objetivo General

Brindar conocimientos sobre temas como sistemas de unidades, balance de materia, transporte de fluidos, transferencia de calor, termodinámica y generación de vapor propios de las distintas operaciones que se dan en la industria.

### 3. Objetivos específicos

- Promover el conocimiento y la aplicación de conceptos básicos de la industria, relacionados con dimensiones, unidades, variables, masa y energía.
  - Evaluar áreas de un proceso en el que sean usados, tanto los sistemas de unidades como procesos de transferencia de calor, transporte de sólidos y fluidos, y termodinámica.
  - Conocer el funcionamiento básico de sistemas de recirculación para enfriamiento y generación de vapor.
  - Adquirir conocimientos sobre la operación de distintos equipos de planta.
  - Propiciar técnicas de comunicación de resultados y conocimientos, mediante la realización de un trabajo de investigación y su presentación.
- 

### 4. Contenidos

Los contenidos del curso se organizan en cuatro ejes temáticos, los cuales se describen a continuación:

#### TEMA 1: Balances de Masa

- Aspectos generales.
- Sistemas de unidades.
- Factores de conversión.
- Análisis dimensional y variables de proceso.
- Balance de materia y combustión.

#### TEMA 2: Mecánica de Fluidos

- Tipos de fluidos.
- Caudal, viscosidad y N<sup>o</sup> de Reynolds.
- Energía cinética y potencial.
- Ecuación de Bernoulli.
- Pérdidas por fricción.
- Válvulas y accesorios.
- Aplicación en sistemas de bombeo.

#### TEMA 3: Termodinámica

- Ley de la termodinámica.
- Diagramas de fases.
- Calor latente y sensible.
- Entalpía.
- Vapor saturado y calidad de vapor.
- Aplicación en una caldera y una turbina.
- Balance de energía.

#### TEMA 4: Transferencia de Calor

- Tipos de transferencia de calor, propiedades y su aplicación: hornos, tuberías de vapor e intercambiadores.
  - Nociones sobre calderas.
  - Calor sensible y latente.
  - Balance de calor.
- 

### 5. Metodología

**Clase magistral:** se llevarán a cabo clases magistrales parciales por parte del docente, para cubrir el material sujeto a evaluación en los 2 parciales. Las sesiones se van a llevar a cabo de modalidad sincrónica, donde la duración oscila entre 1 hora a 1 hora y media (depende del tema a abordar) y asincrónica (trabajo independiente por parte del estudiante).

Las sesiones sincrónicas pueden ser grabadas, si la totalidad de los participantes están de acuerdo, no es obligación del profesor grabar las sesiones. Para las sesiones grabadas, se va a colocar el link en la plataforma para acceder al contenido, y su uso es únicamente para fines didácticos, por lo que queda completamente prohibido compartir el link a terceros o hacer un uso indebido de la grabación (recuerden que en el país está la ley 8968 y el reglamento N° 37554-JP).

**Aprendizaje activo:** se van a utilizar metodologías centradas en el aprendizaje fuera del horario de clase (sesión asincrónica), donde el papel protagónico lo tiene el estudiante, el docente actúa como un facilitador o guía del proceso de aprendizaje. Se utilizan metodologías como: métodos de casos, enseñanza basada en preguntas, aprendizaje entre pares, discusión guiada, análisis de ilustraciones y organizadores gráficos, aprendizaje en ambientes simulados, entre otras.

**Exámenes:** se va a cubrir la materia vista con 8 días de anticipación. El examen se lleva a cabo el siguiente fin de semana de la sesión para evacuar dudas, éste tiene una duración de 1 día, va a estar disponible a partir del sábado a las 8:00 am y cierra el domingo a las 11:59 pm. En caso de existir evidencia en la copia de documentos, se va a aplicar el Reglamento de Orden y Disciplina. Se van a hacer dos exámenes parciales, en el primer examen parcial se van a evaluar los temas 1 y 2, en el segundo examen el 3 y el 4.

**Quices, asignaciones y tareas.** En los quices se evalúan conceptos teóricos aplicados a la realidad (no se promueve la memorización de conceptos, sino su aplicación en el ejercicio profesional). En las tareas se proponen ejercicios y problemas prácticos para familiarizar al estudiante con los cálculos, de acuerdo con el fenómeno que se esté estudiando. Ambas actividades se llevan a cabo utilizando la plataforma Mediación Virtual. Para las asignaciones se buscan actividades en la sesión asincrónica que complementen el aprendizaje, como lo son: foros de discusión, revisión de videotutoriales, elaboración de contenido, etc.

**Foros y mesas de discusión:** Para los foros, se van a utilizar los Temas de Discusión, presentados en el desglose por semana. En estos temas, los estudiantes van a compartir conocimiento entre ellos, facilitándose material de consulta para abarcar dichas temáticas, el docente va a fiscalizar las fuentes de consulta. Estos foros y mesas de discusión se pueden llevar a cabo de forma virtual o presencial, donde se espera que los estudiantes tengan una participación activa que refleje un dominio de la temática gracias a la investigación previa y a la calidad de las fuentes consultadas. Estos foros se van a llevar a cabo de forma asincrónica.

**Proyecto final:** los estudiantes se van a organizar en grupos de trabajo, deberán ejecutar dos proyectos, el primero utilizando los conocimientos de los TEMAS 1 y 2, el segundo proyecto con los TEMAS 3 y 4. Se pretende profundizar en los conceptos de las operaciones unitarias, y aplicarlos a nivel de laboratorio para simular procesos en industrias. Los grupos deben definir el tipo de industria en el que se van a enfocar, aplicando el análisis desde la perspectiva del departamento de control de calidad o el departamento de investigación y desarrollo.

Las entregas del material sujeto a evaluación se deberán realizar en la plataforma de Mediación Virtual en el día y la fecha establecida, entregas posteriores a la fecha acordada no serán recibidas. Se prohíbe la entrega

por otro medio que no sea el aula virtual. En cada proyecto debe entregarse un primer avance, para evaluar la idea y recibir retroalimentación por parte del docente.

**Evaluación de pares:** es importante que los estudiantes aprendan a evaluar el desempeño de sus compañeros, por lo que para los proyectos se van a llevar a cabo evaluaciones dentro de los grupos y entre los grupos, con rúbricas que serán confeccionadas por el docente para guiar la actividad:

- La primera modalidad tiene carácter sumativo, los estudiantes deberán evaluar el desempeño de sus compañeros de equipo, esto con el fin de garantizar de forma objetiva que la nota final recibida sea un reflejo del esfuerzo individual y del aporte de cada miembro al equipo de trabajo, la nota obtenida es una combinación entre la nota dada por el docente y los compañeros de equipo.
- La segunda modalidad tiene carácter formativo, se busca que entre los grupos se den retroalimentación de tal forma que se integren estas observaciones a la entrega final del documento, por lo que los grupos realizarán una evaluación de los proyectos expuestos y darán retroalimentación el mismo día de la exposición.

**Recurso Virtual:** las entregas de las tareas y los proyectos se van a hacer mediante la plataforma de Mediación Virtual. Queda prohibido el envío de material sujeto a calificación por medio del correo electrónico institucional (este solo se utiliza para hacer consultas). Es responsabilidad del estudiante estar constantemente revisando los anuncios y el material del curso, en el aula virtual.

## 6. Evaluación

| <i>Descripción</i>                 | <i>Porcentaje</i> |
|------------------------------------|-------------------|
| I Parcial (Tema 1 y 2)             | 20                |
| II Parcial (Tema 3 y 4)            | 20                |
| Quices y asignaciones (4 en total) | 10                |
| Tareas (4 en total)                | 10                |
| Foros (2 en total)                 | 10                |
| Proyecto I (Tema 1 y 2)            | 15                |
| Proyecto II (Tema 3 y 4)           | 15                |
|                                    | <b>100%</b>       |

**Habilitación de cámaras y micrófonos durante evaluaciones:** el docente puede solicitar a los estudiantes la habilitación de la cámara y micrófonos, para efectos de verificación de identidad (exámenes) o para llevar a cabo exposiciones si la actividad así lo requiere (exposición de los foros y del proyecto de síntesis), según lo indicado en la Resolución VD-11502-2020.

## 7. Cronograma.

| Semana | Fecha        | Tema   |
|--------|--------------|--|
| 1      | 19 Agosto    | Introducción al curso, entrega y discusión del programa. Propuesta del proyecto de síntesis, conformación de grupos.<br>Unidades y dimensiones. Base de cálculo. Legislación   |
| 2      | 26 Agosto    | Balances de Masa sin Reacción Química. Diagramas de flujo  |
| 3      | 02 Setiembre | Balances de Masa con Reacción Química.   |
| 4      | 09 setiembre | Estática de Fluidos<br>FORO: Fluidos Newtonianos y no Newtonianos<br>FORO: Almacenamiento de fluidos (líquidos y gases)<br><b>I Avance Proyecto I</b> (Balance de Masa/Mecánica de Fluidos)<br>ASIGNACIÓN N°1/TAREA N°1  |
| 5      | 16 Setiembre | Dinámica de Fluidos<br>FORO: Tipos de válvulas y accesorios<br>FORO: Medidores de flujo y medidores de nivel   |
| 6      | 23 Setiembre | Bombas. Agitación y Mezclado<br>FORO: Tipos de bombas (catálogos, proveedores)<br>FORO: Equipos auxiliares para tanques de agitación (motores, transferencia de calor, aireadores, propelas, etc.)   |
| 7      | 30 Setiembre | <b>Presentación Proyecto I</b> (Balance de Masa/Mecánica de Fluidos)<br>QUIZ N°1/TAREA N°2   |
| 8      | 07 Octubre   | Atención de dudas<br><b>I Examen Parcial (09-10 Octubre)</b>   |
| 9      | 14 Octubre   | <b>Semana de Desconexión Tecnológica</b>   |
| 10     | 21 Octubre   | Propiedades de Sustancias Puras. Sistemas cerrados<br>FORO: Medidores y transductores de presión, medidores de temperatura.<br>Controles automáticos.  |
| 11     | 28 Octubre   | Volumen de control. Segunda Ley<br>FORO: Ciclos de Potencia de Gas<br>FORO: Aire Acondicionado   |
| 12     | 04 Noviembre | Ciclo de Refrigeración<br>FORO: Ciclos de Refrigeración<br>FORO: Compresores y aire comprimido. Ventiladores y sopladores.   |
| 13     | 11 Noviembre | Mecanismos de Transferencia de Calor: conducción, convección y radiación<br>FORO: Generación de energías limpias<br>FORO: Mecanismos de transferencia de calor en equipos instrumentales<br><b>I Avance Proyecto II</b> (Termodinámica/Transferencia de Calor)<br>QUIZ N°2/TAREA N°3 |

| Semana | Fecha        | Tema  |
|--------|--------------|---|
| 14     | 18 Noviembre | Equipos transferencia de calor: intercambiadores de calor, condensadores y evaporadores, serpentines, chaquetas, hornos, calderas<br>FORO: Equipos Industriales |
| 15     | 25 Noviembre | <b>Presentación Proyecto II</b> (Termodinámica/Transferencia de Calor)<br>ASIGNACIÓN N°2/TAREA N°4  |
| 16     | 02 Diciembre | Atención de dudas<br><b>II Examen Parcial (04-05 Noviembre)</b>   |
| 17     |              | <b>Examen de ampliación (11-12 Diciembre)</b>   |

## 8. Bibliografía

Çengel, Y. & Boles, M. (2012) *Termodinámica* (7ma edición) México, D.F.: McGraw-Hill Education

Çengel, Y., Cimbala, J. & Turner, R. *Fundamentals of thermal-fluids sciences* (4ta edición). New York: Mc Graw-Hill Education.

Çengel, Y. A.; Ghajar, A. J. (2015). *Transferencia de Calor y Masa* (3ra edición). New York: Mc Graw Hill Education.

Himmelblau D (2002) *Principios Básicos y Cálculos en la Ingeniería Química* (6ta edición) México: Editorial Prentice Hall

Kern D (1981). *Procesos de Transferencia de Calor* (10ma edición). México: Editorial Cecsca

McCabe, W. L.; Smith, J. C.; Harriot, P. (2002). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química* (6ta edición). New York: McGraw Hill.

Mills A (1995). *Transferencia de Calor*. México: Editorial Irwin.

Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos* (6th ed.) México: Pearson Education