

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

FICHA CURRICULAR

**1. Datos Generales**

Departamento	Ingeniería Agroindustrial
Nombre del programa	Ingeniero Agroindustrial
Área	
Asignatura	<b>Producción de Frío</b>
Carácter	Obligatoria
Tipo	Teórico - práctico
Prerrequisitos	Matemáticas, Termodinámica, Electricidad, Construcciones, Balance de Materia y Energía Fenómenos de transferencia y Op. Unitarias.
Nombre del profesor	Ing. Ignacio Covarrubias G. Ing. Rubén Marchand O.
Ciclo escolar	2002 – 2003 Primer Semestre.
Horas teoría - práctica/semana	5
Horas totales del curso	80

**2. Introducción**

En esta asignatura se proporcionan los elementos necesarios para que el Ingeniero Agroindustrial sea capaz de incursionar técnica y profesionalmente en el campo del diseño, construcción, supervisión y mantenimiento de instalaciones frigoríficas destinadas al acondicionamiento, conservación y transformación de productos perecederos.

En el primer capítulo se hace una revisión de los fundamentos empleados en la producción de frío, los cuales están relacionados con los principios de la física y de la química. En el segundo capítulo se revisa el estado del arte en el diseño y construcción de las instalaciones frigoríficas. En el capítulo tres se hace un análisis de la tecnología disponible en cuanto equipo y sistemas de control para las instalaciones frigoríficas. Y finalmente en el capítulo cuatro se analizan las aplicaciones del frío en la agroindustria, revisando la aplicación del frío en la conservación de productos perecederos y la importancia de los almacenes y transportes frigoríficos.

### **Relación horizontal.**

Esta materia se relaciona horizontalmente con todos aquellos cursos que emplean el frío como método de conservación de productos perecederos y cursos que están relacionados con el diseño y utilización de instalaciones frigoríficas, tales como: Conservación y Transformación de Alimentos, Tecnología de Frutas y Hortalizas, Tecnología Poscosecha, Tecnología de Alimentos de Origen Animal, Sistemas de Calidad, Formulación y Evaluación de Proyectos y Estudio Técnico Ingenieril de una Planta Agroindustrial (ETIPA).

### **Relación vertical.**

En cuanto a la relación vertical, este curso tiene relación con materias básicas que proporcionan los principios de funcionamiento de las instalaciones frigoríficas como son: Termodinámica y Físicoquímica, Fenómenos de Transferencia, Operaciones Unitarias, Electricidad y Construcciones; Además materias que proporcionan las herramientas para el análisis como Matemáticas, Cómputo y Programación, Balance de Materia y Energía; y con materias que requieren el conocimiento de diseño de instalaciones frigoríficas como Ingeniería de Planta.

### **3. Metodología de trabajo**

#### **Modalidad de la asignatura:**

Curso taller

#### **Lugar de trabajo:**

Aula, instalaciones frigoríficas del DIA y Unidades Productivas de la UACH, Frigoríficos Comerciales.

#### **Recursos materiales y didácticos:**

- Pizarrón, retroproyector, proyector de transparencias, proyector multimedia y PC.
- Instalaciones frigoríficas y equipo de refrigeración seccionado.
- Material impreso como notas del curso y manuales de prácticas, catálogos de fabricantes de equipo, tablas y diagramas de refrigerantes, bibliografía recomendada.

#### **Métodos y formas de enseñanza**

Para el desarrollo del curso se aplicarán métodos activos de enseñanza, los cuales se indicarán en cada uno de los contenidos temáticos, con la numeración siguiente:

1. Conferencia monológica.
2. Conferencia problémica.
3. Discusión en pequeños grupos y plenaria.
4. Discusión en panel.
5. Práctica demostrativa.
6. Práctica investigativa.

Para cada tema se desarrollará un proceso enseñanza aprendizaje considerando las etapas de **motivación**, donde el alumno entenderá la importancia del tema; **profundización**, donde el alumno adquirirá, a partir de los conocimientos previos del tema nuevos conocimientos; **Retroalimentación**, donde se reforzarán los conocimientos adquiridos sobre el tema; y **evaluación**, donde se valorará la asimilación de los conocimientos y la efectividad de los métodos de enseñanza.

## PROGRAMA DE ESTUDIO

### 4. *Presentación*

En este curso el alumno identifica los principios de funcionamiento de las instalaciones frigoríficas y será capaz de diseñar frigoríficos destinados a la conservación de productos perecederos, así como el análisis de instalaciones existentes en las agroindustrias. Además aplicará técnicas para la evaluación de instalaciones frigoríficas que le serán de utilidad en otros campos de la ingeniería de alimentos, sobretodo en procesos agroindustriales relacionados con el acondicionamiento y la transformación de productos perecederos.

Para realizar lo anterior el alumno desarrollará habilidades en búsqueda de información, manejo de herramientas de cómputo para el análisis, relación de variables en la solución de problemas, aptitudes críticas en la elección de tecnología sustentable.

### 5. *Objetivo*

- Evaluar instalaciones frigoríficas destinadas a la conservación de productos perecederos, considerando del uso óptimo de la energía, la tecnología disponible con menor impacto al medio ambiente y las condiciones adecuadas para alargar la vida de los productos perecederos.

### 6. *Contenido temático*

1. FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS
2. INSTALACIONES FRIGORÍFICAS
3. EQUIPOS Y SERVICIOS AUXILIARES
4. APLICACIONES AGROINDUSTRIALES

---

## UNIDAD 1.- FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS

---

### **Objetivo**

- Analizar los ciclos termodinámicos empleados en la producción de frío y los fenómenos involucrados con efecto refrigerante.

### **Sistema de Habilidades**

- Identificar las variables y los fenómenos involucradas en los sistemas de producción de frío.
- Analizar los sistemas termodinámicos a 2 temperaturas y a 3 temperaturas y el ciclo básico de refrigeración.

### **Sistema de conocimientos**

- Concepto de sistema, ciclo y variables termodinámicas.
- Concepto de máquinas 2T y 3T
- Formas de evaluar el rendimiento en máquinas 3T y 2T, y sus relaciones.
- Ciclo de Carnot de refrigeración.
- Ciclo de refrigeración real.
- Comparación entre el ciclo de Carnot y el ciclo real de refrigeración.
- Fenómenos con efecto refrigerante.
- Aplicaciones comerciales de los fenómenos con efecto refrigerante.

### **Tiempo**

Teoría: 09

Práctica: 06

---

## **UNIDAD 2.- INSTALACIONES FRIGORÍFICAS**

---

### **Objetivo**

- Analizar los componentes principales de las instalaciones frigoríficas, considerando la importancia y la disponibilidad tecnológica existente.

### **Sistema de Habilidades**

- Identificar los componentes de las instalaciones frigoríficas.
- Calcular las dimensiones de las instalaciones frigoríficas.
- Evaluar el aislamiento térmico en las instalaciones frigoríficas.
- Analizar los fluidos de trabajo para aplicaciones específicas.
- Evaluar de la carga térmica en diferentes aplicaciones.
- Evaluar termodinámicamente los sistemas empleados en la producción de frío.

### **Sistema de conocimientos**

- Características de la obra civil y el aislamiento térmico.
- Fluidos de trabajo y carga térmica.
- Sistemas de producción de frío empleados comercialmente.
- Necesidades de espacio y restricciones en las construcciones.
- Densidades de almacenamiento de los productos perecederos.
- Formas de calcular las dimensiones de un almacén frigorífico.
- Aislantes térmicos, características, usos más comunes y colocación.
- Espesor óptimo económico.
- Fluidos de trabajo o refrigerantes y sus propiedades
- Elección del refrigerante.

- La carga térmica: importancia y métodos de cálculo.
- Los sistemas de producción de frío usados comercialmente.
- Variables empleadas en el análisis de los sistemas de compresión mecánica y sistemas de absorción.
- Tecnología disponible en los sistemas de producción de frío.
- Hoja de cálculo electrónica.

### **Tiempo**

Teoría: 13

Práctica: 12

---

## **UNIDAD 3.- EQUIPOS Y SERVICIOS AUXILIARES**

---

### **Objetivo:**

- Seleccionar los equipos adecuados de acuerdo a las necesidades de refrigeración de las instalaciones frigoríficas.

#### **Sistema de Habilidades**

- Identificar las reacciones de los refrigerantes o fluidos de trabajo con los materiales de construcción, agua, aire y lubricantes
- Analizar los compresores comúnmente empleados en los sistemas de producción de frío.
- Analizar los intercambiadores de calor empleados en los sistemas de producción de frío.
- Seleccionar los diámetros de la tubería, la capacidad y tipos de válvulas, así como los instrumentos de medición y control.
- Analizar la importancia de los servicios auxiliares en la conservación los productos perecederos y la influencia en el funcionamiento de las instalaciones frigoríficas.

#### **Sistema de conocimientos**

- Efectos de los refrigerantes sobre los materiales de construcción.
- Influencia del aire, agua y lubricantes en los sistemas de producción de frío.
- El compresor: funciones, clasificación y formas de operación.
- Compresores disponibles en México, aplicaciones, eficiencia y costos.
- Cuidados en la operación del compresor y mecanismos de seguridad.
- Intercambiadores de calor: funciones, clasificación y usos.
- Intercambiadores empleados en refrigeración y en congelación y disponibilidad.
- Cuidados en la operación de los intercambiadores y mecanismos de protección.
- Velocidades de los fluidos en las instalaciones frigoríficas y diámetro de tuberías.

- Válvulas empleadas y su función en las instalaciones.
- Instrumentos de medición y control.
- Energía eléctrica, sus características y formas de optimización.
- Humedad relativa: influencia en los productos y el funcionamiento de los frigoríficos.
- Coadyuvantes del frío y su influencia en el tiempo de conservación de los productos almacenados en frío.

### Tiempo

Teoría:	08
Práctica:	12

---

## UNIDAD 4.- APLICACIONES AGROINDUSTRIALES DEL FRÍO

---

### Objetivo

- Analizar la influencia del frío en la conservación de productos perecederos y la forma que deben manejarse los almacenes y transportes frigoríficos para mantener las características de estos productos.

#### Sistema de Habilidades

- Analizar la influencia del frío en la conservación de los productos perecederos.
- Diseñar un almacén frigorífico de acuerdo a las necesidades de frío de cualquier producto perecedero.
- Analizar los componentes de los transportes frigoríficos y la forma de operación para conservar las condiciones de funcionamiento requeridas.

#### Sistema de conocimientos

- Temperatura y sus efectos en los productos.
- Compatibilidad térmica y por riesgo de contaminación entre productos perecederos.
- Formas de manejo para preservar la calidad de los productos.
- La cadena de frío y su importancia en la conservación de la calidad de los productos perecederos.
- Concepción y diseño de almacenes frigoríficos.
- Materiales de construcción y aplicaciones en la instalación frigorífica.
- Estimación de costos.
- Planos y diagramas que debe presentar el contratista.

- Transportes refrigerados: características, usos y sistemas de producción de frío empleados
- Empaque y forma de manejo de los productos perecederos.

## Tiempo

Teoría:	08
Práctica:	12

## 7. Evaluación

Para la evaluación del conocimiento se realizarán cuatro exámenes, uno en cada unidad con un valor del 10 % cada uno, dando un total del 40 % lo correspondiente a la parte teórica.

Para la evaluación de las habilidades se tomará en cuenta el desempeño en las prácticas y los informes respectivos, además los trabajos de investigación y diseños específicos en cada unidad, valorándose de la forma siguiente:

Desempeño en las prácticas e informes respectivos	30 %
Trabajos de investigación y diseños específicos	30 %

Se realizarán al menos tres prácticas en cada unidad y un diseño específico para una instalación frigorífica, lo que implica un total del 60 % la calificación correspondiente a la práctica.

Para promediar la evaluación de teoría y la de la **práctica es requisito indispensable tener calificación aprobatoria en ambas (66 mínimo)**. En caso de tener calificación inferior a la aprobatoria en teoría o en práctica, se reportará la calificación más baja.

## 8. Bibliografía.

1. Air Conditioning and Refrigeration Institute (ARI). 1979. Refrigeración y Aire Acondicionado. Prentice-Hall. México.
2. Althouse, H. D. et al. 1979. Modern Refrigeration and Airconditioning. The Goodheart Willcox. Co. Inc. U.S.A.
3. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1983. ASHRAE HANDBOOK. Equipment. New York U.S.A.
4. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1984. ASHRAE HANDBOOK. Systems. New York U.S.A.
5. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1985. ASHRAE HANDBOOK. Fundamentals. New York U.S.A.

6. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1986. ASHRAE HANDBOOK. Refrigeration. New York U.S.A.
7. American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1987. ASHRAE HANDBOOK. HVAC. Systems and Applications. New York U.S.A.
8. Banco de México. FIDEC. 1991. Instructivo para la Preparación y Evaluación Técnica de Proyectos Relativos a Instalaciones Frigoríficas. México.
9. Covarrubias, G. I. 1982. Notas de Producción de Frío. Diseño de frigoríficos. UCh/DIA. México.
10. FAO. 1985. Proyecto y Explotación de Almacenes Frigoríficos. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 19/2. Roma, Italia.
11. Lamua y Cuesta. 1995. Vademecum de la Recuperación de C.F.C. y otros Fluidos Frigorígenos. Mundi-Prensa. México.
12. López, G. 1992. Las Instalaciones Frigoríficas en Las Industrias Agroalimentarias. Mundi-Prensa. México.
13. Madrid. 1998. Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos. Mundi-Prensa. México.