

# **MANUAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR**

Ingeniería en Metal Mecánica en Competencias Profesionales

Universidad Tecnológica

26 de junio de 2025

---

# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Prefacio</b>  | <b>IX</b> |
| <b>1. Conceptos Básicos de Transferencia de Calor</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1. Termodinámica y Transferencia de Calor . . . . .      | 1         |
| 1.1.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 1         |
| 1.1.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 1         |
| 1.2. Calor y Otras Formas de Energía . . . . .             | 1         |
| 1.2.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 2         |
| 1.2.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 2         |
| 1.3. Mecanismos de Transferencia de Calor . . . . .        | 2         |
| 1.3.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 2         |
| 1.3.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 2         |
| <b>2. Transferencia de Calor por Conducción</b>            | <b>3</b>  |
| 2.1. Conducción Unidimensional en Estado Estable . . . . . | 3         |
| 2.1.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 3         |
| 2.1.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 3         |
| 2.2. Conducción en Régimen Transitorio . . . . .           | 3         |
| 2.2.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 3         |
| 2.2.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 4         |
| 2.3. Transferencia de Calor con Aletas . . . . .           | 4         |
| 2.3.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 4         |
| 2.3.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 4         |
| <b>3. Transferencia de Calor por Convección</b>            | <b>5</b>  |
| 3.1. Fundamentos de la Convección . . . . .                | 5         |
| 3.1.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 5         |
| 3.1.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 5         |
| 3.2. Convección Forzada . . . . .                          | 5         |
| 3.2.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 6         |
| 3.2.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 6         |
| 3.3. Convección Libre . . . . .                            | 6         |
| 3.3.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 6         |
| 3.3.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 6         |
| <b>4. Transferencia de Calor por Radiación</b>             | <b>7</b>  |
| 4.1. Fundamentos de la Radiación . . . . .                 | 7         |
| 4.1.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .            | 7         |
| 4.1.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .       | 7         |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2. Transferencia de Calor por Radiación entre Superficies . . . . . | 7         |
| 4.2.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .                       | 8         |
| 4.2.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .                  | 8         |
| 4.3. Radiación en Superficies Reales y Blindajes . . . . .            | 8         |
| 4.3.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .                       | 8         |
| 4.3.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .                  | 8         |
| <b>5. Fuentes de Energía</b>  | <b>9</b>  |
| 5.1. Fuentes de Energía Convencionales . . . . .                      | 9         |
| 5.1.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .                       | 9         |
| 5.1.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .                  | 9         |
| 5.2. Fuentes Alternas de Energía . . . . .                            | 9         |
| 5.2.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .                       | 9         |
| 5.2.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .                  | 10        |
| 5.3. Sistemas de Conversión de Energía . . . . .                      | 10        |
| 5.3.1. Saber - Conocimientos Teóricos . . . . .                       | 10        |
| 5.3.2. Saber Hacer - Habilidades Prácticas . . . . .                  | 10        |
| <b>A. Propiedades Termofísicas de Materiales</b>                      | <b>11</b> |
| <b>B. Factores de Conversión de Unidades</b>                          | <b>13</b> |
| <b>C. Correlaciones y Ecuaciones de Referencia</b>                    | <b>15</b> |

# Índice de figuras



# Índice de cuadros





# Prefacio

Este manual ha sido desarrollado para la asignatura de Transferencia de Calor del noveno cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Metal Mecánica en Competencias Profesionales, conforme al programa académico vigente desde septiembre de 2020.

El objetivo principal es que el alumno comprenda los diversos mecanismos de transferencia de calor (conducción, convección, radiación) y las fuentes alternas de energía para emplearlos en la solución de problemas en ingeniería.



# Capítulo 1

## Conceptos Básicos de Transferencia de Calor

### 1.1 Termodinámica y Transferencia de Calor

#### 1.1.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Definir las áreas de aplicación de la transferencia de calor y su diferencia con la Termodinámica
- Identificar los principios fundamentales que distinguen ambas disciplinas
- Reconocer las limitaciones y alcances de cada área de estudio

La transferencia de calor es...

#### 1.1.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

##### **SABER HACER - Habilidades Prácticas**

- Diferenciar entre las aplicaciones de la Termodinámica y la Transferencia de calor
- Seleccionar el enfoque apropiado según el tipo de problema a resolver
- Aplicar los conceptos básicos en situaciones prácticas de ingeniería

### 1.2 Calor y Otras Formas de Energía

### 1.2.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Describir las fuentes de generación de calor y energía
- Identificar los diferentes tipos de energía y sus transformaciones
- Comprender la elaboración de modelos de transferencia de calor para aplicaciones en ingeniería

### 1.2.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Diferenciar entre un modelo exacto pero complejo y uno no tan exacto pero sencillo
- Evaluar los resultados obtenidos en la solución de problemas de transferencia
- Seleccionar el modelo apropiado según la precisión requerida y recursos disponibles

## 1.3 Mecanismos de Transferencia de Calor

### 1.3.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Describir los mecanismos de transferencia de calor: Conducción, convección y radiación
- Identificar las características distintivas de cada mecanismo
- Comprender las condiciones que favorecen cada tipo de transferencia

### 1.3.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Diferenciar los mecanismos de transferencia de calor que se presentan en un equipo o sistema mecánico
- Identificar el mecanismo predominante en diferentes situaciones
- Analizar sistemas donde ocurren múltiples mecanismos simultáneamente

# Capítulo 2

## Transferencia de Calor por Conducción

### 2.1 Conducción Unidimensional en Estado Estable

#### 2.1.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Identificar las ecuaciones para la conducción de calor en estado estable
- Comprender las condiciones de frontera y sus aplicaciones
- Conocer los sistemas unidimensionales sencillos y sus características

#### 2.1.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

##### **SABER HACER - Habilidades Prácticas**

- Realizar cálculos de flujo de calor en sistemas unidimensionales
- Aplicar las ecuaciones de conducción de calor y sus condiciones de frontera
- Resolver problemas de transferencia en paredes planas, cilindros y esferas

### 2.2 Conducción en Régimen Transitorio

#### 2.2.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Identificar las ecuaciones de conducción de calor en estado transitorio
- Comprender la aplicación en problemas de transferencia de calor
- Conocer los métodos de solución para diferentes geometrías

### 2.2.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Emplear las ecuaciones de conducción de calor de régimen transitorio
- Resolver problemas en paredes planas, cilindros y esferas
- Analizar sólidos semi-infinitos y sistemas multidimensionales

## 2.3 Transferencia de Calor con Aletas

### 2.3.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Comprender el principio de funcionamiento de las aletas
- Identificar los tipos de aletas y sus aplicaciones
- Conocer la efectividad y eficiencia de las aletas

### 2.3.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Calcular la transferencia de calor desde superficies con aletas
- Diseñar sistemas de aletas para aplicaciones específicas
- Optimizar el rendimiento de sistemas con aletas

# Capítulo 3

## Transferencia de Calor por Convección

### 3.1 Fundamentos de la Convección

#### 3.1.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Explicar los conceptos fundamentales de transferencia de calor por convección
- Identificar los números adimensionales relevantes (Nusselt, Reynolds, Prandtl)
- Comprender la diferencia entre convección natural y forzada

#### 3.1.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

##### **SABER HACER - Habilidades Prácticas**

- Distinguir los mecanismos de transferencia de calor por convección
- Identificar las aplicaciones en ingeniería
- Calcular coeficientes de transferencia de calor básicos

### 3.2 Convección Forzada

### 3.2.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Identificar los conceptos teóricos y empíricos de la convección forzada
- Comprender las correlaciones para diferentes geometrías
- Conocer los regímenes de flujo laminar y turbulento

### 3.2.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Emplear las ecuaciones de convección para calcular coeficientes de transferencia
- Analizar flujo en placas planas, cilindros y esferas
- Resolver problemas de flujo interno y externo

## 3.3 Convección Libre

### 3.3.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Identificar los conceptos teóricos y empíricos de la convección libre
- Comprender el número de Grashof y su significado físico
- Conocer las correlaciones para diferentes configuraciones

### 3.3.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Emplear las ecuaciones de convección libre para diferentes geometrías
- Determinar experimentalmente coeficientes de transferencia
- Analizar convección en recintos cerrados y superficies con aletas



# Capítulo 4

## Transferencia de Calor por Radiación

### 4.1 Fundamentos de la Radiación

#### 4.1.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Definir los conceptos básicos de transferencia de calor por radiación
- Comprender la radiación térmica y de cuerpo negro
- Identificar las propiedades de la radiación e intensidad

#### 4.1.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

##### **SABER HACER - Habilidades Prácticas**

- Diferenciar el mecanismo de radiación de conducción y convección
- Calcular emisión y absorción de radiación
- Aplicar las leyes fundamentales de la radiación térmica

### 4.2 Transferencia de Calor por Radiación entre Superficies

### 4.2.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Identificar el mecanismo y ecuaciones fundamentales de la radiación
- Comprender el concepto de factor de visión
- Conocer las aplicaciones industriales de la radiación

### 4.2.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Emplear las ecuaciones de transferencia de calor por radiación
- Calcular factores de visión para diferentes configuraciones
- Resolver problemas con superficies negras y grises

## 4.3 Radiación en Superficies Reales y Blindajes

### 4.3.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Comprender el comportamiento de superficies grises y difusas
- Identificar los efectos de los blindajes contra radiación
- Conocer las aplicaciones en sistemas industriales

### 4.3.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Analizar transferencia de calor en superficies reales
- Diseñar sistemas de blindaje contra radiación
- Resolver problemas complejos de intercambio radiativo

# Capítulo 5

## Fuentes de Energía

### 5.1 Fuentes de Energía Convencionales

#### 5.1.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Identificar las fuentes convencionales de energía
- Comprender las ventajas y desventajas de cada fuente
- Conocer las aplicaciones actuales en procesos productivos

#### 5.1.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

##### **SABER HACER - Habilidades Prácticas**

- Categorizar las fuentes de energía según sus características
- Evaluar la viabilidad de diferentes fuentes convencionales
- Seleccionar la fuente apropiada para aplicaciones específicas

### 5.2 Fuentes Alternas de Energía

#### 5.2.1 Saber - Conocimientos Teóricos

##### **SABER - Conocimientos Teóricos**

- Identificar el potencial de las fuentes alternas de energía
- Comprender las ventajas y desventajas de energías renovables
- Conocer las aplicaciones actuales en procesos productivos

### 5.2.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Demostrar el potencial de fuentes alternas en aplicaciones térmicas
- Evaluar la factibilidad de implementación industrial
- Diseñar sistemas básicos con energías renovables

## 5.3 Sistemas de Conversión de Energía

### 5.3.1 Saber - Conocimientos Teóricos

#### SABER - Conocimientos Teóricos

- Identificar los sistemas de conversión más empleados en la industria
- Comprender los principios de eficiencia energética
- Conocer herramientas de software para evaluación energética

### 5.3.2 Saber Hacer - Habilidades Prácticas

#### SABER HACER - Habilidades Prácticas

- Distinguir sistemas de conversión basándose en su eficiencia
- Simular procesos de evaluación energética de proyectos sustentables
- Optimizar sistemas de conversión para aplicaciones específicas

## Apéndice A

### Propiedades Termofísicas de Materiales



## Apéndice B

### Factores de Conversión de Unidades





## Apéndice C

### Correlaciones y Ecuaciones de Referencia



# Bibliografía

- [1] Yunus A. Çengel. *Transferencia de calor*. McGraw Hill, Reno, Nevada, 2005.
- [2] F.P. Incropera, D.P. DeWitt. *Fundamentals of heat transfer*. John Wiley & Sons Inc., Washington, 2000.
- [3] J.P. Holman. *Heat transfer*. McGraw Hill, Washington, 2003.