





## **PERFIL DE TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO**

**CARRERA:** MECÁNICA INDUSTRIAL

**TEMA:** REPOTENCIACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍA DE COBRE CON  
SOLDADURA OXIGAS PARA MÓDULOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN EL AULA  
DE MÁQUINAS TÉRMICAS DE LA CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL EN EL ISUCT

**Elaborado por:**

Bermeo Florez Cristian Josué

Oscar Armando Tigse Jerez

**Tutor:**

Ing. Daniel Casaliglia

**Fecha:** (06/ 01/ 2025)

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Repotenciar los sistemas de tubería de cobre mediante la técnica de soldadura oxigas en los módulos de sistemas de refrigeración del aula de máquinas térmicas de la carrera de Mecánica Industrial en el ISUCT, a través de la selección adecuada de equipos, materiales y normas técnicas como la AWS B2.1 y la AWS B1.11:2000. Con estas normas se garantiza la calidad y seguridad en los procesos de soldadura, minimizando riesgos y asegurando la funcionalidad de los sistemas de refrigeración.

### 1.2 Objetivos Específicos

Seleccionar la máquina de soldadura adecuada para la unión de tuberías de cobre en los módulos de refrigeración, considerando características técnicas como capacidad térmica, facilidad de manejo y compatibilidad con los materiales utilizados.

Aplicar los estándares normativos relacionados con la soldadura oxigas en tuberías de cobre, incluyendo normas como la AWS B2.1 y la ISO 5172, asegurando el cumplimiento de los requisitos técnicos y de seguridad. Además, se aplicará la norma AWS B1.11:2000, que proporciona directrices sobre las inspecciones visuales en soldaduras de metales no ferrosos, garantizando que las uniones cumplan con los criterios de calidad necesarios.

Utilizar el proceso WPS (Welding Procedure Specification) específico para la soldadura de cobre, que detalle los parámetros de soldadura, el tipo de material de aporte y las condiciones de trabajo, asegurando la consistencia y calidad en las uniones soldadas.

Implementar el proceso de soldadura CUPS (Copper Units Pressure Soldering) en las uniones de tubería de cobre, analizando cada una de las etapas: preparación, ejecución y evaluación de las juntas, garantizando un acabado de alta calidad y durabilidad.

Evaluar la calidad de las uniones realizadas con soldadura oxigas mediante inspecciones visuales verificando la ausencia de defectos como porosidad, grietas o fisuras, para certificando la funcionalidad y resistencia de las tuberías de los módulos de refrigeración.



Realizar una cotización de los materiales y equipos necesarios para la implementación del proceso de soldadura, asegurando que se ajusten al presupuesto del proyecto y cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Implementar un protocolo de inspección visual de las uniones soldadas de tuberías de cobre, conforme a la norma B1.11:2000, que permita identificar y documentar defectos superficiales como porosidad, grietas y fisuras, asegurando que todas las uniones cumplan con los criterios de calidad establecidos.

### **Antecedentes**

La soldadura oxigas es ampliamente utilizada en la industria de la refrigeración debido a su capacidad para proporcionar juntas de alta resistencia (American Welding Society [AWS], 2017). El cobre es el material preferido en este tipo de aplicaciones debido a sus propiedades, como la alta conductividad térmica y resistencia a la corrosión (Sharma et al., 2020). Estas características lo convierten en un componente clave para los sistemas de refrigeración y climatización.

La calidad de la unión en tuberías de cobre depende en gran medida de la elección de la máquina de soldadura. Equipos diseñados específicamente para soldadura oxigas permiten un control preciso de la llama, temperatura y presión, factores que inciden directamente en la calidad de la soldadura (Jones & Smith, 2019).

El cumplimiento de normas internacionales, como la AWS B2.1 y la ISO 5172, es fundamental para asegurar la calidad y seguridad en los procesos de soldadura oxigas. Estas normas detallan los procedimientos calificados para la unión de materiales como el cobre y establecen requisitos específicos en cuanto a la preparación de las juntas, la selección de consumibles y la aplicación del calor (AWS, 2017).

Estas normas especifican requisitos en cuanto a la preparación de las juntas, la selección de consumibles y la aplicación del calor, asegurando que las uniones cumplan con los criterios técnicos y de seguridad necesarios. Además, la norma AWS B1.11:2000 proporciona directrices sobre las inspecciones visuales en soldaduras de metales no ferrosos, garantizando que las uniones cumplan con los criterios de calidad necesarios (International Organization for Standardization [ISO], 2020).

El proceso CUPS se basa en la preparación adecuada de las superficies, el uso de fundentes específicos y la aplicación de calor controlado, lo que resulta en juntas homogéneas y duraderas. En este proceso, se utiliza una presión de aproximadamente 0.5 a 1.0 MPa (5 a 10 bar) durante la soldadura de cobre, lo que es crucial para asegurar la calidad de la unión y la resistencia del sistema de refrigeración. (García et al., 2022). La correcta ejecución de cada etapa del proceso es fundamental para asegurar la calidad de la unión y la durabilidad del sistema.

La evaluación de la calidad en soldaduras oxigas es esencial para garantizar la funcionalidad del sistema de refrigeración. Métodos como la inspección visual que es fundamental para identificar defectos como porosidad, grietas y fisuras (López & Pérez, 2020). Estas evaluaciones aseguran que las uniones cumplan con los requisitos técnicos y operativos necesarios para aplicaciones críticas.

## 2. Justificación

La repotenciación de los sistemas de tubería de cobre en el aula de máquinas térmicas es esencial debido a la falta de habilidades en la soldadura de este material y la ausencia de uniones soldadas adecuadas (Sharma et al., 2020).

La soldadura oxigas se presenta como una técnica adecuada para abordar esta problemática, ya que permite obtener juntas herméticas y de alta resistencia, esenciales para el correcto funcionamiento de los módulos de refrigeración (American Welding Society [AWS], 2017).

Para abordar esta problemática, es fundamental implementar un WPS (Welding Procedure Specification) específico para la soldadura de cobre, que establezca los procedimientos y parámetros necesarios para lograr uniones de alta calidad. En este contexto, el proceso CUPS (Copper Units Pressure Soldering) se presenta como una técnica altamente efectiva. Este proceso se basa en la preparación adecuada de las superficies de las tuberías, el uso de fundentes específicos y la aplicación de calor controlado, lo que resulta en juntas homogéneas y duraderas. La correcta ejecución de cada etapa del proceso CUPS es crucial para asegurar la calidad de la unión y la resistencia del sistema de refrigeración (García et al., 2022).

## 3. Marco Teórico

El concepto fundamental relacionado con la soldadura de tuberías de cobre en sistemas de refrigeración, centrándose en la técnica de soldadura oxigas, las propiedades del cobre, los estándares normativos aplicables y los métodos de evaluación de la calidad de las uniones soldadas.



### 1. Propiedades del Cobre

El cobre es un material ampliamente utilizado en sistemas de refrigeración debido a sus excepcionales propiedades físicas y mecánicas. Su alta conductividad térmica (aproximadamente 400 W/m·K) lo convierte en un excelente conductor de calor, lo que es esencial para la eficiencia de los sistemas de refrigeración (Sharma et al., 2020). Además, el cobre presenta una notable resistencia a la corrosión, lo que prolonga la vida útil de las tuberías en entornos húmedos y agresivos (García et al., 2022). Estas características hacen que el cobre sea el material preferido para la fabricación de tuberías en aplicaciones de refrigeración y climatización.

### 2. Soldadura Oxigas

La soldadura oxigas es un proceso de unión que utiliza una mezcla de oxígeno y gas combustible (generalmente acetileno) para generar una llama que funde el material base y el material de aporte. Este método es especialmente adecuado para la soldadura de metales no ferrosos, como el cobre, debido a su capacidad para proporcionar un control preciso de la temperatura y la calidad de la unión (Jones & Smith, 2019). La soldadura oxigas permite obtener juntas de alta resistencia y durabilidad, lo que es crucial para la integridad de los sistemas de refrigeración.

### 3. Normativas y Estándares

El cumplimiento de normativas es esencial para asegurar la calidad y seguridad en la soldadura de tuberías de cobre. A continuación, se presentan las normas más relevantes:

- AWS B2.1 (American Welding Society):

Esta norma establece los procedimientos para la soldadura de materiales como el cobre. Proporciona directrices sobre la preparación de juntas, selección de consumibles y aplicación de calor, garantizando que las uniones cumplan con los estándares técnicos y de seguridad necesarios para evitar fallos en los sistemas de refrigeración (American Welding Society, 2017).

- ISO 5172 (International Organization for Standardization):

La norma ISO 5172 ofrece directrices para la soldadura de metales no ferrosos, incluyendo el cobre. Define criterios para evaluar la calidad de las soldaduras y los métodos de prueba necesarios para verificar la integridad de las uniones, lo que es crucial para asegurar la funcionalidad de los sistemas de refrigeración (International Organization for Standardization, 2020).

#### 4. Proceso CUPS

El proceso CUPS (Copper Units Pressure Soldering) se basa en la preparación adecuada de las superficies, el uso de fundentes específicos y la aplicación de calor controlado, lo que resulta en juntas homogéneas y duraderas (García et al., 2022). La correcta ejecución de cada etapa del proceso es crucial para asegurar la calidad de la unión y la resistencia del sistema de refrigeración.

#### 5. Evaluación de la Calidad de las Soldaduras

La norma AWS B1.11:2000 establece los procedimientos y criterios para la inspección visual de soldaduras, siendo un documento fundamental para garantizar la calidad y seguridad en la unión de materiales, incluyendo el cobre. Esta norma proporciona directrices específicas que deben seguirse durante el proceso de inspección visual, asegurando que las soldaduras cumplan con los estándares requeridos.

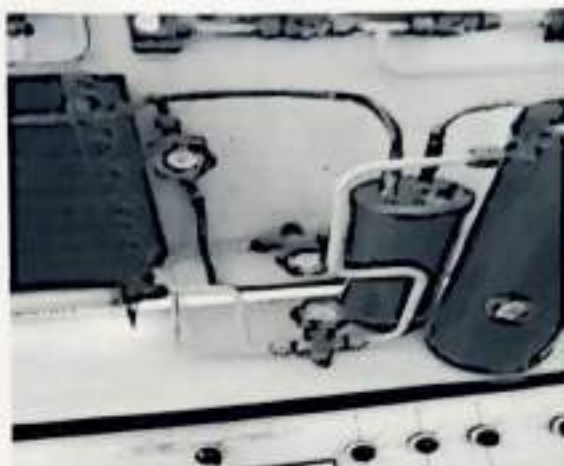


#### 4. Etapas de desarrollo del Proyecto

##### 1. Etapa Inicial

###### Figura 1

*Inspección de las tuberías de cobre afectadas*



Nota: Imagen de los módulos de refrigeración. Tomada del taller de máquinas térmicas

##### 2. Etapa Intermedia

###### Figura 2

*Aplicación de soldadura de cobre*

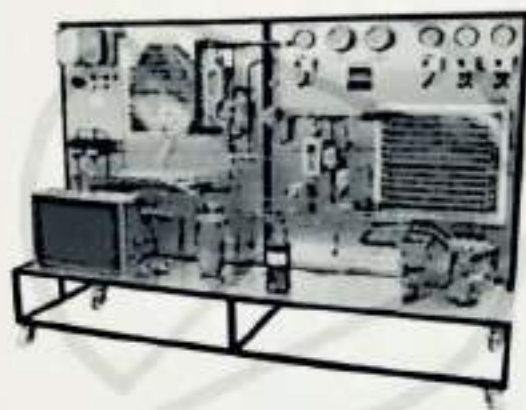


Nota: Proceso de unión de dos o más piezas de cobre o aleaciones de cobre mediante la aplicación de calor. Tomada de (Acrilatioamerica.com., 2024)

### 3. Etapa Final

#### Figura 3

*Representación gráfica del proceso final del proyecto*



Nota: Presentación de la nueva instalación de la tubería de cobre. Tomada de (Simulador de entrenamiento para la falla de los sistemas de refrigeración equipo de entrenamiento de aire acondicionado educativo, 2024)

### 5. Alcance

El alcance del proyecto de repotenciación de los sistemas de tubería de cobre mediante la técnica de soldadura oxigas se procedió a la preparación de las superficies de las tuberías de cobre y a la ejecución del proceso de soldadura utilizando la técnica CUPS (Copper Units Pressure Soldering). Este proceso se llevará a cabo bajo estrictos estándares de calidad, garantizando la funcionalidad y durabilidad de las uniones.

Se realizaron inspecciones visuales haciendo uso de la norma AWS B1.11:2000 para evaluar la calidad de las soldaduras, verificando la ausencia de defectos como porosidad, grietas o fisuras. Esta evaluación es crucial para certificar la resistencia y funcionalidad de las tuberías en los sistemas de refrigeración.

## 6. Cronograma

Tabla 1

Tabla de proceso del Proyecto Técnico									
Actividades del Proyecto Técnico	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	OBSERVACIONES
Definición del tema	21	31	11	29					
Elaboración del perfil del proyecto					2				
Elaboración del presupuesto				9					
Presentación del perfil del proyecto					16				
Aprobación del perfil del proyecto					23				
Planificación de la metodología					6				
Diseño del cronograma detallado						13			
Preparación de materiales y recursos						20			
Implementación de la soldadura oxígeno						22			
Práctica de soldadura en módulo de refrigeración						23			
Evaluación de la práctica de soldadura						24			
Análisis de resultados							3		
Redacción del Informe Final							17		
Revisión del Informe Final								24	
Presentación de resultados									10
									14

*Nota:* Tabla realizada en Excel donde se especifican los procesos del Proyecto Técnico



## 7. Talento humano

	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Bermeo Cristian Florez Josué	Tesista	Mecánica industrial (Pre)
2	Oscar Armando Tigse Jerez	Tesista	Mecánica industrial (Pre)
3	Ing. Daniel Enrique Casaliglia Gordon	Tutor	Mecánica industrial (Pre)

## 8. Recursos materiales

Tabla 2

Tabla de listas de materiales

N°	Nombre	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	Maquina de Soldadura Oxigas	1 máquina	Equipo utilizado para realizar soldaduras en tuberías de cobre mediante la técnica de oxigas.	\$340.00	\$340.00
2	Tubo de Cobre Flexible 3/8	1 rollo	Utilizadas en sistemas de refrigeración.	\$55.00	\$55
3	Tubo de Cobre Rígido 1/2	4	Utilizadas en sistemas de refrigeración.	\$28.42	\$113.80
4	Tubo de Cobre Rígido 5/8	1	Utilizadas en sistemas de refrigeración.	\$41.40	\$41.40
5	T de Cobre 3/8	2	Sirven para hacer uniones de 3 vías	\$0.74	\$1.48
6	Codo de Cobre 3/8	5	Son acoples para 90°	\$0.41	\$2.05
7	T de Cobre 1/2	20	Sirven para hacer uniones de 3 vías	\$1.02	\$20.40
8	Codo de Cobre 1/2	30	Son acoples para 90°	\$0.51	\$15.30
9	T de Cobre 5/8	5	Sirven para hacer uniones de 3 vías	\$1.29	\$6.45
10	Codo de Cobre 5/8	6	Son acoples para 90°	\$0.71	\$4.26
11	Barrilla de plata al 0,15%	2	Soldadura en el cobre	\$6.44	\$12.88
<b>TOTAL</b>					<b>\$613.02</b>

Nota: Tabla realizada en Excel sobre los materiales del Proyecto Técnico

## 9. Asignaturas de apoyo

-Soldadura

-Maquinas Térmicas

## 10. Bibliografía

American Welding Society. (2017). Specification for brazing procedure and performance qualification (AWS B2.1/B2.1M). Miami, FL: AWS.

García, F., Rodríguez, L., & Torres, M. (2022). Técnicas avanzadas en la soldadura de cobre para sistemas de refrigeración. *Revista de Soldadura Avanzada*, 15(3), 45-58.


Jones, A., & Smith, R. (2019). Advances in oxy-acetylene welding technology. *Journal of Welding Science*, 34(2), 123-135.

López, D., & Pérez, J. (2020). Evaluación de la calidad en soldaduras: Métodos y estándares. *Ingeniería Aplicada al Mantenimiento*, 18(4), 89-97.

Martínez, P., Hernández, G., & Ramírez, E. (2021). Modernización de equipos de soldadura en entornos educativos. *Educación y Tecnología en Ingeniería*, 9(1), 77-88.

Sharma, A., Gupta, K., & Singh, P. (2020). Copper as a material of choice in refrigeration systems. *International Journal of Materials Engineering*, 12(5), 215-227.

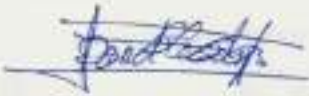
**REALIZADO POR:**

Bermeo Florez Cristian Josué	
NOMBRE	FIRMA

**REALIZADO POR:**

Oscar Armando Tigse Jerez	
NOMBRE	FIRMA

**REVISADO POR:**

Ing. Daniel Casaliglia	
NOMBRE	FIRMA



## APROBADO POR:

Ing. José Ávila	
NOMBRE	FIRMA

CARRERA: Mecánica Industrial

FECHA DE PRESENTACIÓN:

06 01 2025  
DÍA MES AÑO

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:

<u>Bermea Flores</u>	<u>Cristina Josué</u>
<u>Tigso Jerez</u>	<u>Osair Armando</u>
APELLIDOS	NOMBRES

TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Repotenciación de sistemas  
de lubricación de cobre con soldadura oxigas  
para Módulos de sistemas de Refrigeración en el  
aula de máquinas térmicas de la carrera de Mecánica  
Industrial en el ISUCT

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

CUMPLE

NO CUMPLE

X

OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DELIMITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:**

**GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SI NO

☒ ☐

**ESPECÍFICOS:**

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI NO

☒ ☐

JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE:	CUMPLE	NO CUMPLE
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:	SI	NO
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		
DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA		
A REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:**

OBSERVACIONES : .....

.....

.....

.....

.....

.....

**CRONOGRAMA :**

OBSERVACIONES : .....

.....

FUENTES DE INFORMACIÓN:

RECURSOS:

CUMPLE

NO CUMPLE

HUMANOS



ECONÓMICOS



MATERIALES



PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado



Negado

☐

el diseño de propuesta tecnológica por las

siguientes razones:

a) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

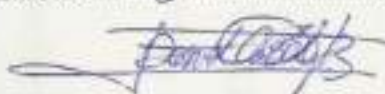
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:

Ing. Daniel Casalsola

06 01 2025  
DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE INFORME