



## **UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

### **Título:**

Construcción de un sistema de extracción de humo para el área de soldadura en la carrera de TSE de la ULEAM extensión en El Carmen

### **Autores:**

Christopher Alexander Morillo Torres Xavier  
Alejandro Chica Lozada

### **Tutor(a)**

Ing. José Luis Chango Andrade, M.Sc.

### **Unidad Académica:**

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica.

### **Carrera:**

Tecnología Superior en Electromecánica.

**El Carmen, 20 enero del 2025**



# CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. José Luis Chango Andrade; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor(a).

## **CERTIFICO:**

Que el presente proyecto integrador con el título: “Construcción de un sistema de extracción de humo para el área de soldadura en la carrera de TSE de la ULEAM extensión en El Carmen”, ha sido

exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

*Christopher Alexander Morillo Torres y Xavier Alejandro Chica Lozada*

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

**El Carmen, 20 enero del 2025**



Ing. José Luis Chango Andrade, M.Sc.

**TUTOR**

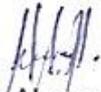
# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

**Christopher Alexander Morillo Torres y Xavier Alejandro Chica Lozada**

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Construcción de un sistema de extracción de humo para el área de soldadura en la carrera de TSE de la ULEAM extensión en El Carmen”, previa a la obtención del Título de Tecnólogo en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

**El Carmen, 20 enero del 2025**



Christopher Alexander Morillo Torres



Xavier Alejandro Chica Lozada



## APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Construcción de un sistema de extracción de humo para el área de soldadura en la carrera de TSE de la ULEAM extensión en El Carmen” de su(s) autor(es): *Christopher Alexander Morillo Torres, Xavier Alejandro Chica Lozada* de la Carrera “**Tecnología Superior en Electromecánica**”, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. José Luis Chango Andrade.

**El Carmen, 20 enero del 2025**

Ing. Wladimir Minaya, Mag.  
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. José Luis Chango Andrade, M.Sc.  
**TUTOR**

Ing. Clara Pozo, Mag  
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Rocío Mendoza, Mag  
TERCER MIEMBRO TRIBUNAL

## AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera nos brindaron su apoyo y guía a lo largo de este proyecto.

En primer lugar, agradecemos a nuestro Director de Tesis por su constante orientación, paciencia y valiosos consejos que fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. Su conocimiento y experiencia en el área de electromecánica nos inspiraron a superar los desafíos que surgieron durante el proceso.

A nuestras familias, quienes nos apoyaron incondicionalmente durante este recorrido. Su amor, comprensión y palabras de ánimo nos dieron la fortaleza para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por su apoyo inquebrantable.

También extendemos nuestra gratitud a nuestros compañeros de estudio, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias, y con quienes tuvimos la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente. Su colaboración fue clave en la realización de este proyecto.

Finalmente, agradecemos a la institución educativa y al personal administrativo, quienes nos brindaron los recursos y el ambiente adecuado para desarrollar esta investigación.

Este logro es tanto nuestro como de todos aquellos que nos acompañaron en este viaje. ¡Gracias a todos por su inestimable apoyo!

Los autores

## DEDICATORIA

A nuestros padres, por ser la base de nuestros sueños, el faro que nos guía en cada paso, y la fuerza que nos impulsa a alcanzar nuestras metas. Gracias por enseñarnos el valor del esfuerzo, la perseverancia y la pasión por aprender. Esta tesis es tan suya como nuestra.

A nuestros amigos y compañeros, quienes compartieron con nosotros no solo risas y momentos de estrés, sino también valiosos consejos y apoyo incondicional. Ustedes fueron el motor en los días difíciles y la razón por la que nunca perdimos la esperanza.

Y a todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron a que este trabajo fuera posible: su apoyo, su confianza y sus palabras de aliento nos dieron la motivación necesaria para continuar hasta el final.

Los autores

## RESUMEN

La presente proyecto tiene como objetivo el diseño y construcción de un sistema de extracción de humo eficiente para el área de soldadura en la carrera de Técnico Superior en Electromecánica (TSE) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión El Carmen. El trabajo se desarrolla en respuesta a la problemática de la exposición al humo y gases tóxicos generados durante los procesos de soldadura, los cuales representan un riesgo para la salud de los estudiantes y docentes que realizan estas actividades. En primer lugar, se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales del área de soldadura, evaluando los riesgos asociados a la acumulación de humo y su impacto en la salud ocupacional. Posteriormente, se diseña un sistema de extracción de humo que incluye la selección de equipos adecuados, el cálculo de la capacidad necesaria para la ventilación y la distribución de los conductos para asegurar una extracción efectiva. El diseño propuesto considera tanto la eficacia en la captura y eliminación de humo como la viabilidad económica, utilizando materiales y equipos de bajo costo, adecuados al presupuesto disponible. Se toman en cuenta aspectos de seguridad y facilidad de mantenimiento para asegurar la durabilidad del sistema. La implementación de este sistema tiene el propósito de mejorar las condiciones ambientales del taller de soldadura y proporcionar un entorno de trabajo más seguro y saludable para los. Finalmente, se concluye que la construcción e instalación de un sistema de extracción de humo adecuado contribuirá significativamente a la formación de los estudiantes y a la preservación de su bienestar.

## PALABRAS CLAVE

Soldadura, humo, sistema, extracción, estudiantes.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is the design and construction of an efficient smoke extraction system for the welding area in the Technological Superior in Electromechanics (TSE) program at the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), El Carmen extension. This work is developed in response to the issue of exposure to smoke and toxic gases generated during welding processes, which pose a health risk to students and instructors involved in these activities. First, a diagnosis of the current conditions of the welding area is carried out, evaluating the risks associated with the accumulation of smoke and its impact on occupational health. Subsequently, a smoke extraction system is designed, including

the selection of appropriate equipment, the calculation of the necessary ventilation capacity, and the distribution of ducts to ensure effective extraction. The proposed design considers both the effectiveness in capturing and eliminating smoke, as well as the economic feasibility, using low-cost materials and equipment that fit the available budget. Safety and maintenance ease are also considered to ensure the system's durability. The implementation of this system aims to improve the environmental conditions of the welding workshop and provide a safer and healthier working environment for the students. Finally, it is concluded that the construction and installation of an appropriate smoke extraction system will significantly contribute to the students' education and the preservation of their well-being.

## KEYWORDS

Welding, smoke, system, extraction, students.

## ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN .....	V
PALABRAS CLAVE.....	V
ABSTRACT.....	V
KEYWORDS .....	VI
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2

1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. METODOLOGÍA.....	3
1.4.1. Procedimiento.....	3
1.4.2. Técnicas.....	4
1.4.3. Métodos.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. DEFINICIONES.....	5
2.1.1. Sistema de extracción de humo.....	5
2.2. ANTECEDENTES.....	8
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	9
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	10
3.1. OBJETIVO 1.....	10
3.1.1. Descripción del Espacio de Trabajo.....	10
3.1.2. Principios de Ventilación Industrial Aplicados.....	11
3.1.3. Componentes del Sistema.....	11
3.1.4. Diagramas y Planos.....	12
3.1.5. Cálculos Técnicos:.....	15
3.2. OBJETIVO 2:.....	17
3.2.1. Proceso de Instalación.....	17
3.2.2. Pruebas del Sistema.....	18
3.3. OBJETIVO 3.....	18
3.3.1. Programa de Capacitación.....	18
3.3.2. Materiales Didácticos.....	19
3.3.3. Desglose de Gastos.....	19
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
4.1. CONCLUSIONES.....	19
4.2. RECOMENDACIONES.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXOS.....	22
Anexo 1: Manual de Manejo del Sistema de Extracción de Humos en el Taller de Soldadura en la ULEAM Extensión en EL Carmen.....	23

Anexo 2: Guía de seguridad y ergonomía .....	25
1. Seguridad al Usar el Sistema de Extracción de Humos .....	25
2. Ergonomía en el Uso del Sistema de Extracción de Humos .....	27
3. Mantenimiento Preventivo del Sistema de Extracción de Humos .....	28

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Procedimiento para la instalación de un sistema de extracción de humos.....	5
<b>Ilustración 2:</b> Representación gráfica del proceso .....	5
<b>Ilustración 3:</b> Panel de control .....	15
<b>Ilustración 4:</b> Diagrama de flujo .....	17
<b>Ilustración 5:</b> Plano de sistemas de ductos .....	18
<b>Ilustración 6:</b> Esquema eléctrico del circuito de control.....	19
<b>Ilustración 7:</b> Diseño del sistema de extracción de humo .....	21
<b>Ilustración 8:</b> Sistema de extracción de humo .....	22
<b>Ilustración 9:</b> Construcción de la mesa de soporte del extractor .....	36
<b>Ilustración 10:</b> Tomamos medidas para fabricar la campana .....	37
<b>Ilustración 11:</b> Se diseño la campana tipo chimenea .....	37
<b>Ilustración 12:</b> Construcción de un tubo tipo ducto .....	38
<b>Ilustración 13:</b> Instalación del tubo con extractor .....	38
<b>Ilustración 14:</b> Instalación del tubo con la campana .....	39

**Ilustración 15:** Se finalizó soldando una varilla para darle soporte al sistema 39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Presupuesto para la instalación del sistema de extracción de extracción	24
---	----

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La soldadura es crucial en diversas industrias, pero emite humos peligrosos para la salud, clasificados como cancerígenos por la IARC. La OMS advierte que la exposición prolongada a estos contaminantes puede causar enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer pulmonar. (OMS, 2022). El diseño e instalación de sistemas de extracción de humo son esenciales para reducir los riesgos asociados con la inhalación de contaminantes, especialmente en áreas de soldadura. En el ámbito de la educación técnica y superior, su implementación es crucial para garantizar la seguridad de los estudiantes durante las prácticas. (López e. a., 2020).

La normativa sobre salud y seguridad laboral ha exigido una mayor regulación en el control de humos de soldadura. Instituciones como la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) de Estados Unidos recomiendan la implementación de sistemas de ventilación local que puedan reducir considerablemente la exposición a los contaminantes en áreas de soldadura. (OSHA, 2021).

El diseño e instalación de sistemas de extracción de humo son esenciales para reducir los riesgos asociados con la inhalación de contaminantes, especialmente en áreas de soldadura. En el ámbito de la educación técnica y superior, su implementación es crucial para garantizar la seguridad de los estudiantes durante las prácticas. (López e. a., 2020).

En los últimos años, diversas instituciones educativas e industriales han desarrollado sistemas de extracción de humo adaptados a sus necesidades, incorporando tecnologías que mejoran la eficiencia energética y la seguridad laboral. El desarrollo de un sistema de extracción de humo para el área de soldadura en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión El Carmen, es de suma importancia. Este proyecto no solo garantizará la seguridad y el bienestar de los estudiantes, sino que también permitirá cumplir con las normativas de salud ocupacional vigentes en Ecuador, como la normativa 2021-OSH del Ministerio de Trabajo y la ISO 15012-1 para sistemas de filtración de aire en operaciones de soldadura. Este proyecto está alineado con los principios de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, al integrar tanto el manejo de equipos avanzados como la conciencia sobre seguridad y salud laboral.

## 1.1. PROBLEMA

En el área de soldadura de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE) de la ULEAM, extensión El Carmen, se necesita implementar un sistema adecuado de extracción de humos para mitigar los riesgos asociados. Se utilizará soldadura por arco eléctrico, que genera humos tóxicos compuestos por metales pesados, gases peligrosos y partículas finas. La exposición prolongada a estos contaminantes puede causar graves efectos en la salud, como problemas respiratorios agudos y crónicos, irritación ocular y cutánea, e incluso enfermedades pulmonares graves como el asma y el cáncer.

Todo ello porque actualmente dicha área no cuenta con un sistema de extracción de humo en el taller de soldadura de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica de la ULEAM extensión en El Carmen.

Por lo tanto, es de urgencia de implementar un sistema de extracción de humo para garantizar la salud, seguridad y el adecuado desarrollo formativo de los estudiantes en un ambiente seguro. Señala que la falta de este sistema compromete las condiciones de trabajo y el cumplimiento de las normativas de seguridad y bienestar en la institución.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Estos humos pueden contener sustancias tóxicas como el plomo, el cadmio, el zinc, el dióxido de nitrógeno y otros compuestos metálicos que, si se inhalan de forma constante, pueden causar problemas respiratorios, efectos a largo plazo en el sistema nervioso, y aumentar el riesgo de cáncer. La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), en su extensión en El Carmen, forma a los futuros técnicos superiores en Electromecánica a través de la carrera de Técnico

Superior en Electromecánica (TSE), donde los estudiantes realizan actividades prácticas en áreas de soldadura. Sin embargo, la falta de un sistema adecuado de extracción de humo en los talleres de soldadura de dicha extensión representa un riesgo significativo para la salud de los estudiantes, profesores y demás personal que frecuentemente se encuentran en estos espacios.

El ambiente de trabajo sin una correcta ventilación y extracción de humo puede generar condiciones insalubres, limitando no solo el bienestar físico de los involucrados, sino también su rendimiento y capacidad para concentrarse en las prácticas.

El impacto de esta investigación es de gran relevancia, ya que el sistema propuesto no solo protegería la salud de los estudiantes, sino que también mejoraría la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, proporcionando un ambiente más seguro para la realización de prácticas de soldadura. Adicionalmente, el diseño de este sistema permitirá reducir riesgos de enfermedades respiratorias y lesiones laborales, garantizando un entorno seguro tanto para los estudiantes como para los docentes, mejorando además el rendimiento académico de los estudiantes, ya que un ambiente libre de contaminantes contribuiría a su concentración y rendimiento en las prácticas; cumpliendo así con las normativas locales e internacionales de seguridad y salud ocupacional, lo que posicionaría a la ULEAM como una institución comprometida con el bienestar de sus estudiantes, con lo cual se fortalece la cultura de la prevención de riesgos laborales dentro de la comunidad educativa, creando conciencia sobre la importancia de las medidas de seguridad en los ambientes de trabajo y aprendizaje.

## 1.3. OBJETIVOS

### *1.3.1. Objetivo general*

Construir un sistema de extracción de humo en el área de soldadura de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE) de la ULEAM, extensión El Carmen.

### 1.3.2. *Objetivos específicos*

Diseñar un sistema de extracción de humo para el área de soldadura, basado en principios de ventilación industrial y mecánica de fluidos, que cumpla con estándares de seguridad y eficiencia.

Instalar un sistema de extracción en el taller de soldadura, asegurando su funcionamiento óptimo y que permita adaptarse a las necesidades específicas del espacio y las prácticas académicas.

Capacitar a los estudiantes y al personal docente en el uso y mantenimiento del sistema de extracción de humo, promoviendo la conciencia sobre la importancia de la seguridad y salud en los procesos de soldadura.

## 1.4. METODOLOGÍA

### 1.4.1. *Procedimiento*

El procedimiento para la ejecución del proyecto de construcción del sistema de extracción de humo en el área de soldadura se desarrolló en las siguientes fases:

**Evaluación inicial del área de soldadura:** Se realizó un diagnóstico detallado del espacio, evaluando los equipos de soldadura y el sistema de ventilación existente. Esto permitió identificar las deficiencias y establecer los requerimientos técnicos.

**Diseño del sistema de extracción:** Con base en los datos recolectados, se diseñó un sistema de extracción de humos eficiente, acorde a las normativas y necesidades específicas del taller. El diseño incluyó la ubicación óptima de los extractores y conductos para capturar el humo en cada estación de trabajo.

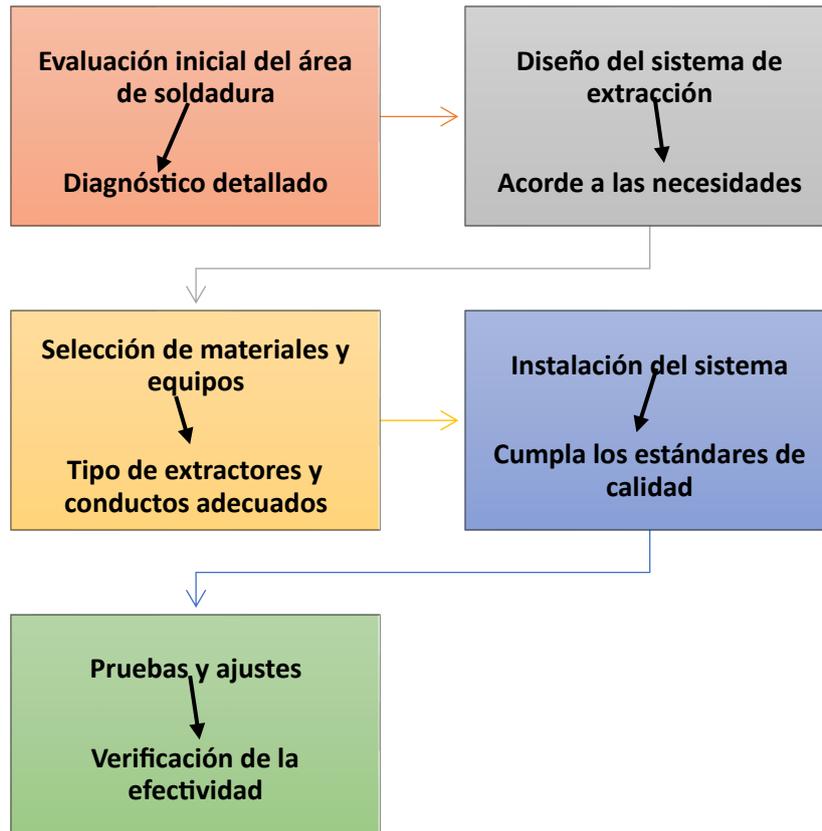
**Selección de materiales y equipos:** Se determinó el tipo de extractores y conductos más adecuados, seleccionando aquellos con la capacidad suficiente para manejar los volúmenes de humo generados. También se seleccionaron materiales resistentes al calor y la corrosión.

**Instalación del sistema:** Se procedió con la instalación del sistema de extracción, asegurando que cada componente cumpliera con los estándares de seguridad. El proceso fue realizado en coordinación con los responsables de mantenimiento de la institución.

**Pruebas y ajustes:** Una vez instalado, se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema para verificar su efectividad. Se midieron los niveles de calidad del aire y se realizaron ajustes para optimizar el rendimiento del sistema.

**Ilustración 1:** *Procedimiento para la instalación de un sistema de extracción de*

humos



**Ilustración 2:** Representación gráfica del proceso



#### 1.4.2. Técnicas

**Técnica de Diagnóstico Ambiental:** Esta técnica permitió identificar las condiciones del ambiente de trabajo y los niveles de exposición al humo en el taller de soldadura. Fue fundamental en la fase de evaluación inicial del área de trabajo para definir las necesidades específicas del proyecto.

**Técnica de Recolección de Datos:** Se utilizó para recopilar información sobre los volúmenes de humo generados y los flujos de aire en el taller. Esta técnica permitió ajustar el diseño del sistema para garantizar una correcta extracción (Fuentes, 2020).

### 1.4.3. Métodos

**Método Descriptivo:** Este método fue empleado para describir las condiciones iniciales del área de soldadura, así como las características de los equipos y el sistema de extracción seleccionado. Se utilizó en la etapa de evaluación para documentar las condiciones del entorno.

**Método Experimental:** Utilizado durante la fase de pruebas y ajustes del sistema de extracción, este método permitió medir los niveles de calidad del aire y evaluar la efectividad del sistema instalado (Méndez, 2021).

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. DEFINICIONES

#### 2.1.1. Sistema de extracción de humo

Un sistema de extracción de humo es un conjunto de dispositivos y equipos diseñados para capturar, filtrar y evacuar el humo y otras partículas suspendidas en el aire generadas durante actividades industriales como la soldadura. Estos sistemas son esenciales para garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable, minimizando la exposición a contaminantes nocivos. Según Martínez (2021), los sistemas de extracción deben estar diseñados para adaptarse a las características específicas de cada área de trabajo, teniendo en cuenta la cantidad de contaminantes, el tipo de procesos realizados y las condiciones del espacio. Los sistemas de extracción de humo pueden incluir conductos, ventiladores, filtros y captadores.

El uso de un sistema de extracción de humos no solo mejora la calidad del aire, sino que también reduce los riesgos de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud en los trabajadores (Rodríguez, 2020). Además, la normativa internacional en seguridad laboral establece que las empresas deben contar con sistemas de ventilación adecuados para proteger la salud de sus empleados, especialmente en sectores como el de la soldadura, donde se generan grandes cantidades de humo y partículas.

#### 2.1.1.1. Componentes principales de un sistema de extracción de humos

Un sistema de extracción de humo se compone de campanas, ventiladores, filtros y conductos. Las campanas capturan el humo en su origen, los ventiladores transportan los contaminantes, y los filtros eliminan las partículas antes de liberar aire limpio. La eficiencia del sistema depende del diseño y ubicación de estos componentes, ya que obstrucciones o un mal dimensionamiento pueden reducir su efectividad (Martínez, 2018).

Los sistemas de extracción de humo son esenciales en la industria para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, especialmente en entornos donde se generan gases y partículas dañinas como en procesos de soldadura, fabricación y fundición. A continuación se detallan los principales componentes de un sistema de extracción de humos, cada uno cumpliendo una función clave en el proceso de captación, filtrado y evacuación del aire contaminado.

#### **2.1.1.1.1. Campanas de extracción**

Las campanas de extracción son el primer componente en la captura de los humos y gases generados en el proceso de soldadura u otras actividades industriales. Se instalan directamente sobre el área donde se producen los contaminantes y su diseño está pensado para captar el aire viciado antes de que se disperse por el entorno. Según Fernández y García (2020), las campanas de extracción deben ser diseñadas de acuerdo a la disposición del espacio y la fuente de emisión de contaminantes para maximizar la eficiencia en la captura de humo. Estas campanas pueden ser fijas o móviles, dependiendo de la flexibilidad que se requiera en el lugar de trabajo. El diseño de las campanas también juega un papel crucial en su eficiencia. "Una campana correctamente dimensionada reduce la dispersión de los contaminantes, mejorando significativamente la calidad del aire en áreas industriales" (Martínez & Pérez, 2018).

#### **2.1.1.1.2. Conductos de aire**

Los conductos son esenciales para transportar el aire contaminado desde la campana de extracción hasta el sistema de filtrado o el punto de evacuación. Estos conductos deben estar bien diseñados para evitar pérdidas de presión, lo que podría disminuir la eficiencia del sistema. Según López y Morales (2017), los conductos deben ser fabricados con materiales resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas, ya que en muchos casos transportan gases calientes o sustancias químicas agresivas. Los conductos rígidos suelen ser más eficientes en términos de presión, pero los flexibles permiten una mayor versatilidad en el diseño de sistemas que necesitan moverse o adaptarse a diferentes configuraciones en el espacio de trabajo. "La correcta instalación de los conductos garantiza que el sistema funcione con eficiencia, evitando la recirculación de aire contaminado" (Sánchez & Ramírez, 2019).

#### **2.1.1.1.3. Filtros de aire**

Uno de los elementos más críticos en un sistema de extracción de humos son los filtros, que se encargan de capturar las partículas y sustancias tóxicas presentes en el aire contaminado. Existen diversos tipos de filtros, entre ellos los filtros mecánicos, electrostáticos y de carbón activado, que se seleccionan de acuerdo con el tipo de contaminantes presentes. Según Jiménez y Torres (2021), los filtros deben ser capaces de retener las partículas más finas, ya que muchas de las sustancias presentes en los humos de soldadura, como el manganeso o el cromo hexavalente, pueden tener efectos graves en la salud si no se eliminan correctamente. El mantenimiento regular de los filtros es esencial para garantizar la eficiencia del sistema. "Los filtros saturados no solo reducen la

efectividad del sistema, sino que también pueden provocar una mayor exposición a contaminantes" (Gómez & Torres, 2020).

#### **2.1.1.1.4. Ventiladores**

Los ventiladores son responsables de generar el flujo de aire que permite la captación y transporte del aire contaminado a través del sistema. Existen diferentes tipos de ventiladores, como los axiales y centrífugos, que se seleccionan en función de las necesidades del sistema, tales como el volumen de aire a mover y la resistencia del sistema de conductos. Según Torres y Ortiz (2019), la selección del ventilador adecuado es crucial para garantizar que se mantenga el flujo de aire necesario sin generar un consumo energético excesivo. **2.1.1.1.5. Unidad de extracción**

La unidad de extracción es el componente que se encarga de dirigir el aire limpio, ya filtrado, de vuelta al ambiente de trabajo o expulsarlo al exterior, dependiendo del diseño del sistema. Esta unidad suele contar con una chimenea o difusor que facilita la liberación del aire en condiciones seguras para evitar la recirculación de humos contaminantes en el ambiente de trabajo. De acuerdo con Sánchez y Rodríguez (2018), en algunas instalaciones se puede utilizar un sistema de recirculación de aire, siempre y cuando el aire filtrado cumpla con las normativas de seguridad y calidad del aire. "El uso de tecnología de monitoreo en tiempo real ha permitido optimizar el uso de los sistemas de extracción, ajustando automáticamente el caudal de aire según las concentraciones de contaminantes" (López & Morales, 2017).

#### **2.1.1.1.6. Controles y sistemas de monitoreo**

Un componente importante en los sistemas modernos de extracción de humos son los sistemas de control y monitoreo. Estos sistemas permiten ajustar el funcionamiento del sistema de extracción en función de la calidad del aire y la cantidad de contaminantes presentes. Según Pérez y Torres (2019), los controles automatizados pueden regular la velocidad de los ventiladores y activar alarmas si las concentraciones de contaminantes superan los niveles permitidos, lo que permite una respuesta rápida y eficiente para proteger a los trabajadores. "El uso de sensores de última generación garantiza que los sistemas de extracción de humos se mantengan operando a su máxima capacidad, evitando la acumulación de partículas y gases peligrosos" (Gómez & Rodríguez, 2020).

#### **2.1.1.2. Eficiencia y sostenibilidad del sistema de extracción de humos**

La eficiencia de un sistema de extracción se refiere a su capacidad para capturar y eliminar contaminantes de manera rápida y efectiva, protegiendo la salud de los trabajadores. Según Pérez y López (2020), un sistema eficiente reduce costos operativos al optimizar el consumo energético y de recursos, conforme a la norma ASHRAE 62.1. El diseño de componentes como campanas, conductos y filtros impacta directamente en la eficiencia, ya que una captura efectiva de los humos reduce el aire a filtrar, lo que disminuye el tamaño y la potencia del sistema.

Esto es particularmente relevante en un contexto donde la industria busca equilibrar la productividad con la responsabilidad ambiental, implementando soluciones tecnológicas

que minimicen el impacto. Los sistemas de extracción de humos diseñados correctamente permiten un flujo de aire más eficiente, mejor captura de contaminantes y un menor consumo energético, lo que los convierte en una solución ideal para la ventilación en talleres de soldadura y otros entornos industriales donde la calidad del aire es crítica.

Por ejemplo, un estudio realizado por Jiménez y Martínez (2019) encontró que los sistemas de extracción que utilizan ventiladores de velocidad variable (fórmula para el ahorro energético: en donde según Jiménez y Martínez (2019)  $P = V^3/2$ , donde P es la potencia y V la velocidad del ventilador) son hasta un 25% más eficientes en consumo energético que los sistemas de velocidad constante. Esta tecnología ajusta la capacidad del sistema según la cantidad de contaminantes presentes, lo que no solo mejora la eficiencia energética, sino que también prolonga la vida útil de los componentes.

Además, la ubicación estratégica de los puntos de extracción y el uso de sensores que detectan concentraciones de contaminantes permiten una intervención más precisa. Gómez y Rodríguez (2021) destacan que la automatización y el control adaptativo son esenciales para maximizar la eficiencia en sistemas de extracción modernos. Estos avances permiten ajustar automáticamente el sistema a las necesidades del entorno, capturando más eficientemente los humos en las áreas más críticas.

En cuanto a la sostenibilidad, se refiere al impacto ambiental y la capacidad del sistema para operar de manera respetuosa con el medio ambiente. Un sistema sostenible no solo se enfoca en la protección de la salud dentro del entorno laboral, sino también en la reducción de emisiones contaminantes y el consumo de recursos, según García y Morales (2020). El uso de materiales reciclables y tecnologías de filtrado avanzado, como los filtros HEPA o de carbón activado, contribuyen significativamente a la reducción de la huella ecológica.

Un ejemplo de sostenibilidad en estos sistemas es la recirculación de aire limpio filtrado. Torres y Ramírez (2018) explican que muchos sistemas modernos están diseñados para reutilizar el aire purificado, lo que reduce la necesidad de ventilación exterior, disminuyendo el consumo energético. Además, al mantener la temperatura interna del espacio de trabajo, se reduce la carga en sistemas de calefacción o enfriamiento, según la ecuación de balance térmico  $Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$  (donde Q es la energía requerida, m la masa de aire,  $C_p$  el calor específico y  $\Delta T$  el cambio de temperatura).

Finalmente, el mantenimiento preventivo de filtros y ventiladores es fundamental para mantener tanto la eficiencia como la sostenibilidad del sistema. Fernández y Morales (2021) destacan que un mantenimiento regular previene la saturación de filtros, asegurando una mayor eficiencia en la captura de contaminantes y reduciendo la necesidad de reemplazo frecuente de componentes.

## 2.2. ANTECEDENTES

El proyecto para la construcción de un sistema de extracción de humos se llevó a cabo en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión El Carmen, en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE). Esta institución, ubicada en la provincia de Manabí, se especializa en la formación técnica de estudiantes en áreas relacionadas con

la tecnología, la industria y la ingeniería. La carrera de TSE se caracteriza por un enfoque en la enseñanza de habilidades prácticas, fundamentales para el desarrollo de competencias en soldadura, montaje y mantenimiento industrial.

Hasta ese momento, la ULEAM no disponía de un sistema de extracción de humos adecuado en su taller de soldadura, lo que representaba un riesgo significativo para la salud de estudiantes y docentes. La implementación de dicho sistema fue identificada como una prioridad para mejorar las condiciones del espacio académico y cumplir con las normativas de seguridad industrial (ULEAM, 2022).

Previo a la ejecución del proyecto, las actividades en el taller de soldadura se realizaban sin un sistema de extracción eficiente, lo que provocaba la acumulación de humo en el ambiente, creando un entorno contaminado y riesgoso para sus usuarios. A pesar de que se habían realizado evaluaciones preliminares que recomendaban mejorar el sistema de ventilación, no se había implementado ninguna solución definitiva. Este proyecto surge, entonces, como respuesta a la necesidad urgente de contar con un sistema de extracción eficiente que garantice un entorno de trabajo seguro.

## 2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Europa, la implementación de sistemas de extracción de humo en áreas industriales está ampliamente regulada por normativas como la Directiva 2004/37/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo. Un estudio realizado en Alemania por Schmidt y Müller (2019) resalta la importancia de estos sistemas en industrias de fabricación y soldadura, donde se generan grandes cantidades de humos tóxicos. En este trabajo, se desarrolló un sistema de extracción automatizado que se ajustaba a las necesidades de producción de grandes fábricas, con un enfoque en la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental, alineándose con los requisitos establecidos por la ISO 15012-1:2013, referente a la calidad del aire en operaciones de soldadura.

En Brasil, un proyecto llevado a cabo en 2020 en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de São Paulo (IFSP) implementó un sistema de extracción de humos en sus talleres de soldadura. Según Costa y Silva (2021), la implementación de este sistema redujo en un 85% la concentración de partículas contaminantes en el aire, cumpliendo con las normas de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) y con los estándares internacionales de seguridad establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la ISO 45001:2018, que regula la gestión de la salud y seguridad ocupacional.

En la provincia de Pichincha, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) desarrolló en 2018 un proyecto para la implementación de un sistema de extracción de humos en su laboratorio de soldadura, con el objetivo de mejorar la calidad del aire dentro del taller y garantizar el bienestar de los estudiantes y docentes. Este proyecto, dirigido por el Departamento de Ingeniería Mecánica, siguió las directrices establecidas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2392:2000), que regula los niveles permitidos de concentración de contaminantes en el aire en espacios laborales. Según un

informe de la EPN (2019), los niveles de calidad del aire mejoraron notablemente tras la instalación del sistema.

No se han identificado trabajos similares en el cantón de El Carmen ni en otros cantones de la provincia de Manabí, lo que convierte este proyecto en una iniciativa pionera en la región. Según la revisión de la literatura, no existen estudios previos relacionados con la implementación de sistemas de extracción de humos en talleres de soldadura de instituciones educativas en Manabí, lo que refuerza la necesidad de cumplir con las normativas locales e internacionales para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y estudiantes expuestos a estos ambientes.

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El sistema de extracción de humo propuesto consiste en un brazo articulado que termina en una campana, diseñada para captar los contaminantes generados en el ambiente de trabajo. Este brazo está fijado a una base, lo que permite ajustarlo fácilmente a diferentes posiciones y áreas de trabajo. La campana, ubicada al final del brazo, se coloca cerca de la fuente de emisión de humo o vapores, maximizando la captura de partículas y gases. Este diseño permite una extracción eficiente y flexible, mejorando la protección de los trabajadores al reducir la exposición a sustancias nocivas.

### 3.1. OBJETIVO 1

#### *3.1.1. Descripción del Espacio de Trabajo*

El taller de soldadura en la ULEAM, extensión El Carmen, cuenta con un área aproximada de 100 m<sup>2</sup>, con estaciones de trabajo distribuidas en líneas de producción para diferentes prácticas de soldadura. Las características del espacio requieren un diseño que mantenga una ventilación eficiente, eliminando los contaminantes generados en cada estación.

### *3.1.2. Principios de Ventilación Industrial Aplicados*

El sistema se basará en los principios de ventilación por extracción localizada, garantizando que los gases y partículas generados en las operaciones de soldadura se capturen en el origen, antes de que puedan dispersarse por el taller.

### *3.1.3. Componentes del Sistema*

- **Campanas de extracción:** Instaladas sobre cada estación de trabajo para la captura directa de humos.
- **Conductos de extracción:** Materiales de acero galvanizado con diámetros calculados según los caudales requeridos, asegurando mínima pérdida de presión.
- **Ventiladores centrífugos:** Seleccionados para proporcionar el caudal necesario, calculando la capacidad en función de los puntos de extracción.
- **Filtros de partículas y gases:** Integrados para reducir la emisión de contaminantes hacia el exterior y cumplir con los estándares ambientales.
- **Panel de control:** Permite regular la velocidad de los ventiladores según la cantidad de estaciones activas, optimizando el consumo energético.

### Ilustración 3: Panel de control



#### 3.1.4. Diagramas y Planos

##### 3.1.4.1. Diagrama de flujo del aire desde las estaciones de soldadura hasta el exterior

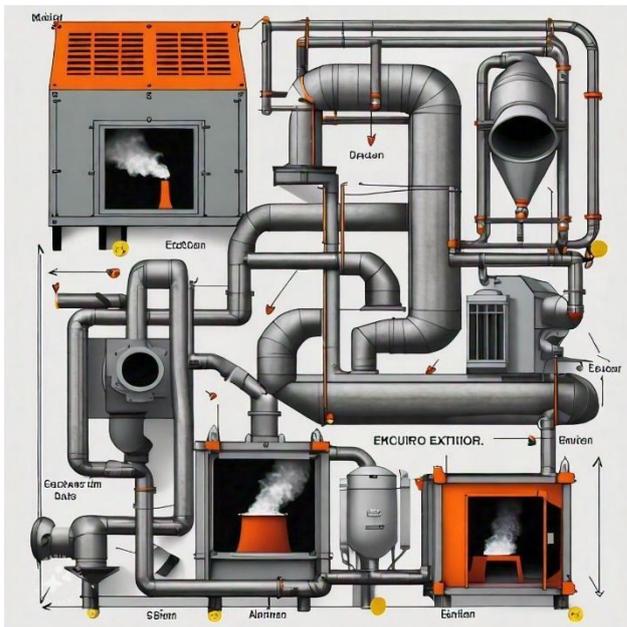
Este diagrama muestra cómo el aire (y los contaminantes en forma de humo) se mueve desde las estaciones de soldadura hacia el exterior a través del sistema de extracción de humo. El objetivo es representar visualmente el recorrido del aire, incluyendo todos los elementos que forman parte del sistema de extracción.

Los elementos del diagrama son:

- **Estaciones de soldadura:** Ubicadas en las diferentes áreas donde se realiza el proceso de soldadura.

- **Campanas de extracción:** Dispositivos instalados cerca de las estaciones de soldadura para capturar el humo generado.
- **Conductos (ductos de ventilación):** Tuberías o canales por donde viaja el aire contaminado desde las campanas hasta los ventiladores.
- **Ventiladores o extractores:** Elementos encargados de mover el aire hacia el exterior.
- **Exterior:** El punto final donde el aire se libera después de haber sido filtrado o tratado.

**Ilustración 4:** Diagrama de flujo



*3.1.4.2. Plano del sistema de ductos, mostrando las ubicaciones de las campanas, conductos y ventiladores*

El plano del sistema de ductos es una representación técnica del diseño físico del sistema de extracción. Este plano debe mostrar cómo se conectan las campanas de extracción, los conductos de ventilación y los ventiladores dentro del espacio donde se realiza la soldadura. Los elementos a incluir en el plano son:

- **Ubicación de las estaciones de soldadura.**
- **Campanas de extracción:** Mostrar su ubicación sobre las estaciones de soldadura.

**Conductos de ventilación:** Mostrar cómo están distribuidos los ductos entre las campanas y los ventiladores.

**Ventiladores/extractores:** Ubicarlos en el punto más eficiente para extraer el aire hacia el exterior.



**Ilustración 6:** Esquema eléctrico del circuito de control



### 3.1.5. Cálculos Técnicos:

**Cálculo de caudales de aire** necesarios para cada punto de extracción según el tamaño del área y la cantidad de contaminantes. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

La fórmula más utilizada para el caudal de aire (en metros cúbicos por hora o  $m^3/h$ ) se basa en la relación entre el volumen del área a ventilar, la tasa de renovación del aire y la concentración de contaminantes:

$$Q = V \times n \quad \text{Donde:}$$

$Q$  = **Caudal de aire necesario** (en  $m^3/h$ )

$V$  = **Volumen del área a ventilar** (en  $m^3$ ), que se calcula como:

$$V = \text{Área} \times \text{Altura del local} \quad V = \text{Área} \times \text{Altura del local}$$

$n$  = Número de renovaciones de aire por hora (un valor que depende del tipo de actividad y el nivel de contaminación). Este valor se determina con base en las normas de ventilación aplicables a la actividad de soldadura, pero comúnmente se utiliza un valor entre 6 a 10 renovaciones por hora para áreas con soldadura.

El volumen de aire que necesita ser extraído de un área se obtiene multiplicando la **superficie del área** (en  $m^2$ ) por la **altura** de la habitación o taller (en metros).

$$V = \text{Área}(m^2) \times \text{Altura}(m) \quad V = \text{Área} (m^2) \times \text{Altura} (m)$$

$$V = \text{Área}(m^2) \times \text{Altura}(m)$$

**Pérdida de presión en conductos:** Utilizando la ecuación de Bernoulli y la ecuación de Darcy-Weisbach, se determinarán las pérdidas de presión a lo largo del sistema.

La ecuación de Bernoulli se expresa generalmente como:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

**Donde:**

$P_1$  y  $P_2$  = **Presiones** en los puntos 1 y 2 (Pa).  $\rho$  = **Densidad** del aire ( $\text{kg/m}^3$ ).  $v_1$  y  $v_2$  = **Velocidades** del aire en los puntos 1 y 2 (m/s).  $h_1$  y  $h_2$  = **Altura** en los puntos 1 y 2 (m), que es importante solo si hay variaciones significativas en la altura, pero generalmente se considera cero en sistemas horizontales.

**Capacidad del ventilador:** Se calculará con base en los requerimientos de caudal y las pérdidas de presión para garantizar una extracción eficiente en todo el taller. La ecuación de Darcy-Weisbach se expresa como:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

**Donde:**

$\Delta P$  = **Pérdida de presión** (Pa).

$f$  = **Factor de fricción** (adimensional), que depende de la rugosidad del conducto y el régimen de flujo (laminar o turbulento).

$L$  = **Longitud del conducto** (m).  $D$  = **Diámetro del**

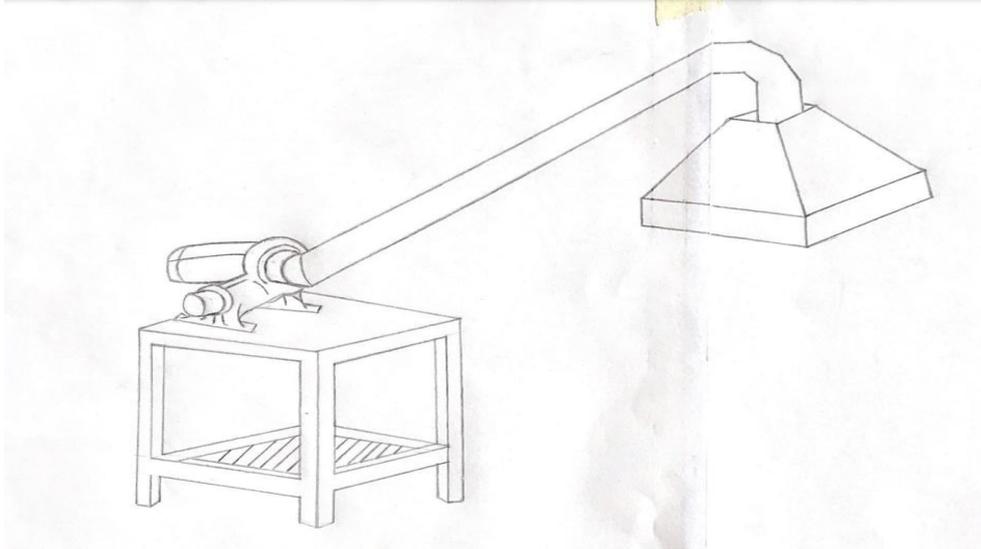
**conducto** (m).  $\rho$  = **Densidad del aire** ( $\text{kg/m}^3$ ).

$v$  = **Velocidad del aire** en el conducto (m/s).

## 3.2. OBJETIVO 2:

### 3.2.1. Proceso de Instalación

**Ilustración 7:** Diseño del sistema de extracción de humo



**Elaboración:** Investigadores

**Ilustración 8:** Sistema de extracción de humo



- **Preparación del espacio:** Reubicación temporal de las estaciones de trabajo para permitir la instalación sin interrupciones en el uso del taller.
- **Montaje de las campanas:** Se instalarán sobre las estaciones de soldadura, ajustadas a la altura de trabajo según las normativas de ergonomía.
- **Instalación de conductos:** El sistema de conductos se conectará a las campanas, asegurando un sellado adecuado para evitar fugas de aire.
- **Montaje de ventiladores y filtros:** Los ventiladores centrífugos se instalarán en una ubicación que minimice el ruido y la vibración en el taller. Los filtros se situarán en puntos accesibles para su fácil mantenimiento.
- **Conexiones eléctricas:** Instalación del sistema de control y su integración con los ventiladores y filtros para la regulación automática del sistema.

### 3.2.2. Pruebas del Sistema

Verificación del caudal de aire en cada estación.

Medición de la eficiencia en la captura de humos, que se lo hace de la siguiente forma:

**Medición de la velocidad de captura:** Usando anemómetros o velocímetros para medir la velocidad del aire en la zona de captura.

**Pruebas de concentración de partículas:** Con instrumentos como monitores de calidad de aire o recogedores de partículas, para medir la reducción en la concentración de partículas antes y después de la extracción.

**Pruebas de flujo de aire:** Se utilizan manómetros de presión y medidores de flujo de aire para verificar que el sistema está operando dentro de las especificaciones correctas.

En resumen, la eficiencia en la captura de humos se evalúa considerando tanto el diseño y funcionamiento del sistema de extracción (caudal de aire, velocidad de captura, ubicación del extractor) como la calidad del aire y la concentración de partículas en el taller, midiendo cómo el sistema reduce estas concentraciones de manera efectiva.

Comprobación del funcionamiento del panel de control y sus ajustes.

## 3.3. OBJETIVO 3

### 3.3.1. Programa de Capacitación

**Módulo 1: Fundamentos del sistema de extracción de humo:** Se explicarán los principios básicos del sistema y la importancia de mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable.

**Módulo 2: Uso del sistema de extracción:** Instrucciones sobre el encendido y ajuste del sistema de ventilación, según el número de estaciones activas.

**Módulo 3: Mantenimiento preventivo:** Los participantes aprenderán cómo realizar inspecciones periódicas del sistema, cambiar filtros y verificar el funcionamiento adecuado del sistema de control.

**Módulo 4: Seguridad en el taller de soldadura:** Concientización sobre los riesgos asociados a los humos de soldadura y cómo la ventilación adecuada reduce dichos riesgos.

### 3.3.2. Materiales Didácticos

- Manual del sistema de extracción.
- Videos demostrativos de mantenimiento.
- Guía de seguridad y ergonomía.

### 3.3.3. Desglose de Gastos

**Tabla 1.** Presupuesto para la instalación del sistema de extracción de extracción

DETALLE	PRECIO
Hoja de metal galvanizado	40
Ventilador centrífugo industrial	30
Perfiles de aluminio	20
Manguera de aluminio	30
Placa de acero	20
Tubos de acero	70
Tubos metálicos	70
Ruedas metálicas	20
Fragua blower century	300
<b>TOTAL</b>	<b>600</b>

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

El diseño del sistema de extracción de humo para el área de soldadura se ha basado en principios sólidos de ventilación industrial y mecánica de fluidos, garantizando una solución eficiente para la eliminación de contaminantes del aire. La selección de componentes como extractores, conductos y campanas se realizó teniendo en cuenta las

necesidades específicas del espacio, el caudal de aire requerido y los estándares de seguridad. Con este diseño, se asegura un ambiente laboral más saludable, minimizando la exposición de los estudiantes y docentes a humos tóxicos generados durante las prácticas de soldadura.

La instalación del sistema de extracción de humo en el taller de soldadura se llevó a cabo de manera exitosa, garantizando que todos los componentes estén correctamente integrados para un rendimiento óptimo. Se adaptaron los ductos, extractores y campanas a las características particulares del taller, como su tamaño y la disposición de las estaciones de trabajo. Este proceso de instalación asegura que el sistema pueda manejar de manera eficiente el volumen de humo generado durante las prácticas, contribuyendo a un entorno de trabajo más seguro y adecuado para el desarrollo de las actividades académicas en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica.

La capacitación realizada a los estudiantes y al personal docente sobre el uso y mantenimiento del sistema de extracción de humo ha sido clave para asegurar su funcionamiento a largo plazo y la correcta implementación de prácticas de seguridad en el taller. Se promovió una mayor conciencia sobre la importancia de mantener un ambiente laboral saludable, y se instruyó sobre los procedimientos para el cuidado y monitoreo del sistema. Esto no solo mejora la calidad del aire en el espacio de trabajo, sino que también fomenta una cultura de seguridad y salud ocupacional, esencial para el desarrollo de competencias en los futuros profesionales de la tecnología electromecánica.

## 4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer un programa regular de mantenimiento preventivo para garantizar que el sistema de extracción de humos continúe operando de manera óptima. Esto incluye la limpieza de los filtros, la revisión de los conductos y el monitoreo constante del flujo de aire para evitar acumulaciones de contaminantes.

Instalar dispositivos de monitoreo de calidad del aire que permitan detectar niveles de concentración de humos o contaminantes en tiempo real. Esto asegurará una respuesta rápida ante cualquier anomalía y garantizará que los niveles de exposición se mantengan dentro de los límites seguros establecidos por las normas internacionales.

Es crucial que la capacitación no sea un evento único. Se recomienda realizar capacitaciones periódicas para los nuevos estudiantes y docentes, así como actualizaciones para el personal ya capacitado. Esto garantizará que todos los usuarios del taller estén siempre al tanto de los procedimientos correctos de operación y mantenimiento del sistema de extracción.

Se sugiere realizar evaluaciones periódicas del rendimiento del sistema de extracción de humos para identificar áreas de mejora. La tecnología y los estándares de seguridad evolucionan, por lo que es importante estar al tanto de las innovaciones que puedan mejorar aún más la eficiencia del sistema.

Continuar promoviendo la concienciación sobre la importancia de la seguridad ocupacional en el taller de soldadura. Esto incluye realizar campañas de sensibilización sobre los riesgos asociados a la exposición a humos tóxicos, reforzando el uso de equipos de protección personal (EPP) y las normas de seguridad.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental del sistema de extracción, asegurando que los contaminantes extraídos sean tratados adecuadamente para evitar afectaciones al medio ambiente, siguiendo las normativas ambientales vigentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fuentes. (2020). *Técnica para la recolección de datos*. Buenos Aires: Edibosco.
- Gómez, & Rodríguez. (2020). *Uso de sensores en los sistemas de extracción de humos*. Guatemala: FreeLibros.
- Gómez, & Torres. (2020). *Mantenimiento de filtros en un sistema de extracción de humos*. Colombia: Edibosco.
- González, e. a. (2020). *Sistemas de ventilación personalizados en talleres de soldadura*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- López, & Morales. (2017). *La tecnología de monitoreo en tiempo real*. Lisboa: Mc Graw Hill.
- López, e. a. (2020). *Diseño e instalación de sistemas de extracción de humo*. México: Trillas.
- Martínez, & Pérez. (2018). *Campanas de aire en un sistema de extracción de humos*. España: Andalucía.
- Méndez. (2021). *Métodos de la investigación cuantitativa y cualitativa*. España : Andalucía.
- OMS. (2022). *Factores cancerígenos* . España: Andalucía.
- OSHA. (2021). *Normativa para la salud y seguridad laboral*. España: Andalucía.
- Pérez, & Castro. (2020). *Los ventiladores con motores, sistema de extracción de humos*. Bogotá: Velapluma S.L.
- Rodríguez. (2020). *Beneficios de un sistema de extracción de humos*. Buenos Aires: La Plata Editores.
- Sánchez, & Ramírez. (2019). *Correcta instalación de conductos en un sistema de extracción de humos*. México: Trillas.
- Torres, F., & Ramírez, G. (2018). *Recirculación de aire en sistemas de extracción: Sostenibilidad y eficiencia energética*. Journal of Sustainable Engineering.

Smith, B. M. (2018). *Principles of Welding Technology*. Toronto: Welding Technology Press.

Thompson, N. F. (2020). *Common Welding Projects*. Seattle: Project Publishing.

Thomas, D. E. (2022). *Advanced Welding Technology*. Los Angeles: Technology Press.

Wilson, S. K. (2019). *Emergency Response for Welding Operations*. Denver: Emergency Publications.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Manual de Manejo del Sistema de Extracción de Humos en el**

# Taller de Soldadura en la ULEAM Extensión en EL Carmen

## 1. Introducción al Sistema de Extracción de Humos

El sistema de extracción de humo está diseñado para eliminar de manera efectiva los humos, vapores y partículas generados durante el proceso de soldadura. Este sistema captura los contaminantes en el aire antes de que se distribuyan por el taller, protegiendo la salud de los trabajadores.

## 2. Instrucciones para el Uso del Sistema de Extracción de Humos Antes de

### comenzar a soldar:

#### 1. Verifica que el sistema esté encendido:

- Asegúrate de que los ventiladores y campanas de extracción estén encendidos y funcionando correctamente.

#### 2. Ajusta la campana de extracción:

- Coloca la campana de extracción lo más cerca posible de la zona de soldadura, para capturar el humo de manera más eficiente.

#### 3. Comprueba el flujo de aire:

- Verifica que el flujo de aire sea suficiente para atraer el humo hacia la campana. **Durante la soldadura:**

#### 1. Mantén la campana cerca de la zona de trabajo:

- Durante el proceso de soldadura, asegúrate de que la campana de extracción esté siempre lo más cerca posible de la fuente de humo. Esto optimiza la captura de humos antes de que se disipen en el aire.

#### 2. No obstruyas los ductos:

- Evita que objetos o materiales bloqueen los conductos de aire. Un flujo de aire obstruido disminuye la eficiencia del sistema.

### Después de soldar:

#### 1. Apaga el sistema de extracción:

- Una vez que hayas terminado de soldar, apaga el sistema de extracción si no lo vas a utilizar de inmediato.

#### 2. Limpieza del área de trabajo:

- Asegúrate de que el área esté limpia de residuos de soldadura antes de apagar el sistema, ya que los residuos pueden obstruir la campana o los ductos.

### 3. Mantenimiento del Sistema de Extracción de Humos

El mantenimiento regular del sistema de extracción es esencial para garantizar su buen funcionamiento.

#### Revisión diaria:

- **Revisa los filtros:** Inspecciona los filtros para verificar si están sucios.
- **Chequea las campanas:** Asegúrate de que las campanas estén correctamente colocadas y no tengan obstrucciones.

#### Revisión semanal:

- **Verifica el flujo de aire:** Asegúrate de que el ventilador esté funcionando a la velocidad adecuada y que el flujo de aire sea suficiente.
- **Inspecciona los ductos:** Revisa que no haya obstrucciones en los conductos que puedan reducir el flujo de aire.

#### Mantenimiento mensual:

- **Limpieza de los conductos:** Asegúrate de que los ductos estén libres de polvo y residuos.
- **Reemplazo de filtros:** Los filtros deben ser reemplazados regularmente.

### 4. Seguridad y Precauciones

#### 1. Uso adecuado de equipos de protección personal (EPP):

- Aunque el sistema de extracción ayuda a reducir los humos en el ambiente, siempre debes usar el equipo de protección adecuado.

#### 2. No modifiques el sistema sin autorización:

- Cualquier cambio o modificación en el sistema de extracción debe ser realizado únicamente por personal capacitado para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente.

### **3. Evita la sobrecarga del sistema:**

- No sobrecargues el sistema de extracción con demasiadas estaciones de trabajo conectadas a la misma campana, ya que esto puede reducir su eficacia.

## **5. Solución de Problemas Comunes**

- **Si el sistema no está capturando adecuadamente el humo:**

- Verifica que el ventilador esté funcionando.
- Asegúrate de que la campana esté correctamente colocada cerca de la fuente de humo.
- Revisa si los ductos están obstruidos o si los filtros necesitan ser limpiados o reemplazados.

- **Si el aire no fluye correctamente:**

- Revisa los conductos para ver si hay obstrucciones o daño.
- Verifica el estado de los filtros y cámbialos si es necesario.

## **6. Contactos para Soporte Técnico**

Si tienes problemas con el sistema de extracción o necesitas soporte técnico adicional, puedes contactar con el personal encargado o el departamento de mantenimiento de la ULEAM Extensión en El Carmen.

## **Anexo 2: Guía de seguridad y ergonomía**

### **1. Seguridad al Usar el Sistema de Extracción de Humos**

La seguridad en el taller de soldadura es esencial debido a los riesgos asociados con la exposición a humos y vapores, así como a los riesgos de accidentes laborales. Para proteger a los trabajadores, es importante seguir las siguientes pautas de seguridad.

#### **1.1 Seguridad General en el Taller**

- **Equipo de Protección Personal (EPP):**

Aunque el sistema de extracción ayuda a reducir la exposición al humo, siempre debes usar el equipo de protección adecuado, que incluye:

- Máscara o respirador con filtro adecuado para soldadura. ○ Guantes de protección. ○ Gafas o careta de soldadura. ○ Ropa resistente al calor y fuego.
- Protección auditiva si se utiliza maquinaria ruidosa.

- **Ventilación adecuada:**

Asegúrate de que el sistema de extracción esté siempre en funcionamiento durante el proceso de soldadura. Si el sistema no está funcionando correctamente, es necesario repararlo antes de continuar.

- **Revisión de equipos antes de usar:**

Antes de comenzar la soldadura, realiza una inspección visual rápida del sistema de extracción:

- Verifica que los ventiladores y campanas estén en buen estado. ○ Asegúrate de que no haya obstrucciones en los ductos.
- Revisa que los filtros estén en condiciones óptimas.

## 1.2 Manejo de Emergencias

- **En caso de mal funcionamiento del sistema de extracción:**

Si el sistema de extracción presenta fallos, como la falta de succión de humo o ruidos extraños, detén inmediatamente la soldadura y avisa al personal de mantenimiento. No continúes trabajando sin el sistema de extracción funcionando correctamente.

- **En caso de incendio:**

Si ocurre un incendio, activa el sistema de alarma de incendio del taller y utiliza los extintores adecuados. El sistema de extracción de humo puede ayudar a evacuar el aire caliente y los gases, pero no sustituye las medidas de seguridad contra incendios.

## 1.3 Prevención de Riesgos Eléctricos

- **Evita el contacto con componentes eléctricos:**

Asegúrate de que el sistema de extracción esté desconectado de la red eléctrica antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento.

- **Verificación de cables y enchufes:**

Los cables del sistema de extracción deben estar en buen estado, sin cables desgastados o dañados que puedan causar cortocircuitos. Si detectas alguna anomalía, avisa al departamento de mantenimiento.

## 2. Ergonomía en el Uso del Sistema de Extracción de Humos

El uso prolongado del sistema de extracción de humo en un taller de soldadura puede afectar la postura y la salud musculoesquelética de los trabajadores si no se toman las precauciones adecuadas. Aquí te dejamos algunas recomendaciones para mejorar la ergonomía y prevenir lesiones.

### 2.1 Posicionamiento Correcto de la Campana de Extracción

- **Coloca la campana lo más cerca posible de la fuente de humo:**

Asegúrate de que la campana de extracción esté correctamente ubicada, de modo que se minimice el esfuerzo físico para ajustarla. La campana debe estar en una posición accesible para que puedas ajustarla cómodamente mientras trabajas.

- **Evita movimientos repetitivos o incómodos:**

Asegúrate de que la campana y los conductos sean fáciles de ajustar sin forzar la espalda, los hombros o los brazos. Si es necesario, ajusta la altura o el ángulo de la campana para evitar posturas incómodas.

### 2.2 Diseño del Espacio de Trabajo

- **Organización del espacio:**

Mantén el área de trabajo organizada y libre de obstáculos. Asegúrate de que el equipo de extracción no esté bloqueado por herramientas u otros materiales. Un espacio despejado permite un mejor acceso al sistema y minimiza los riesgos de accidentes.

- **Ajuste de la estación de trabajo:**

- **Altura de la mesa de trabajo:** La mesa de soldadura debe estar a una altura adecuada para evitar encorvarse. La altura ideal es aquella que permite que los codos estén a 90° mientras trabajas.

### 2.3 Prevención de Fatiga Muscular

- **Realiza pausas frecuentes:**

La fatiga puede ser causada por la exposición continua a las vibraciones de las herramientas y la postura estática. Programa descansos regulares para estiramientos y para cambiar de postura.

- **Postura correcta al soldar:**

Mantén la espalda recta, los hombros relajados y evita encorvarse. Los pies deben estar firmemente plantados en el suelo para distribuir bien el peso corporal.

## **2.4 Uso del Respirador y Otros EPP de Forma Correcta**

- **Ajuste adecuado de la máscara:**

La máscara o respirador debe ajustarse correctamente para evitar la entrada de partículas y vapores en tus vías respiratorias. Un respirador mal ajustado puede causar fatiga o incomodidad y reducir su efectividad.

- **Evita presionar demasiado el respirador:**

Un respirador demasiado apretado puede causar presión en la cabeza y cuello. Ajusta la correa para un ajuste cómodo pero seguro.

## **3. Mantenimiento Preventivo del Sistema de Extracción de Humos**

El buen estado del sistema de extracción no solo asegura su eficacia, sino también la seguridad y comodidad de los trabajadores.

### **3.1 Revisión Regular del Sistema**

- **Comprobación de filtros:**

Los filtros deben ser revisados semanalmente. Si están sucios, deben ser limpiados o reemplazados. El mal estado de los filtros puede aumentar la exposición al humo y reducir la eficacia del sistema.

- **Inspección de ductos:**

Verifica que los conductos de extracción no estén bloqueados ni dañados. La limpieza periódica de los ductos asegura que el aire fluya de manera eficiente.

- **Chequeo de ventiladores:**

Revisa que los ventiladores estén funcionando correctamente y que no haya ruidos extraños o vibraciones excesivas que puedan indicar un mal funcionamiento.

### **Anexo 3: Registros fotográficos**



**Ilustración 9:** Construcción de la mesa de soporte del extractor



**Ilustración 10:** Tomamos medidas para fabricar la campana



**Ilustración 11:** Se diseño la campana tipo chimenea



**Ilustración 12:** Construcción de un tubo tipo ducto



**Ilustración 13:** Instalación del tubo con extractor



**Ilustración 14:** Instalación del tubo con la campana



**Ilustración 15:** Se finalizó soldando una varilla para darle soporte al sistema

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Morillo Torres Christopher Alexander, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, periodo académico 2024(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Construcción de un sistema de extracción de humos para el área de soldadura en la carrera de TSE Extensión El Carmen".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 20 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Luis Chango, M.Sc.  
Docente Tutor(a)  
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Chica Lozada Xavier Alejandro, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2024(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Construcción de un sistema de extracción de humos para el área de soldadura en la carrera de TSE Extensión El Carmen".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 20 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Luis Chango, M.Sc.  
Docente Tutor(a)  
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receiptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.



# Morillo Chirtopher - Chica Xavier

5%  
Textos sospechosos



2% Similitudes  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
4% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Morillo Chirtopher - Chica Xavier.docx  
ID del documento: 058c5a8817fbc0c8d183f3a5c1650e431992f534  
Tamaño del documento original: 1,84 MB  
Autores: []

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN  
Fecha de depósito: 3/1/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 3/1/2025

Número de palabras: 6726  
Número de caracteres: 44.821

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Rony Alava - Ruben Vera.docx</b>   Rony Alava - Ruben Vera @DeTcca El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
2	<b>www.insst.es</b>   Preguntas técnicas frecuentes sobre agentes cancerígenos <a href="https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-quimicos/cancerigenos-mutagenos-y-reprototoxicos...">https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-quimicos/cancerigenos-mutagenos-y-reprototoxicos...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	<b>dspace.ups.edu.ec</b> <a href="http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261614/UPS-GT004655.pdf">http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261614/UPS-GT004655.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
4	<b>metalworklab.com</b>   Humos de soldadura, riesgos y peligros para la salud - Metalw... <a href="https://metalworklab.com/es/riesgos-y-peligros-de-los-humos-de-soldadura-para-la-salud/">https://metalworklab.com/es/riesgos-y-peligros-de-los-humos-de-soldadura-para-la-salud/</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	<b>Documento de otro usuario</b> @66664d El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)



JOSÉ LUIS CRANCO  
ANDRADE