



Reporte Final de Estadía

Erasmó Robles Morales

**Desarrollo y mejoramiento de seguridad
ambiental y personal de las áreas de soldadura
robótica**



Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de:
Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa:
HUMAN FACTOR DEL NORTE S. DE R. L. DE C.V.
(AMVIAN MÉXICO S. DE R.L. DE C.V.)

Nombre del proyecto:
Desarrollo y mejoramiento de seguridad ambiental y personal de las
áreas de soldadura robótica

Presenta
T.S.U Erasmo Robles Morales

Cuitláhuac, Ver., a 13 de Abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Juan Carlos Rodríguez Escareño

Nombre del Asesor Académico
M.A.D Emilio Constantino Hernández

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno
T.S.U. Erasmo Robles Morales

AGRADECIMIENTOS

Sé que no fue fácil lograr esta meta que me propuse desde que comencé a ver lo importante que era el estudio para mi persona, gracias a Dios este sueño se ha vuelto realidad. Agradezco a mis padres por los valores y la formación que me han enseñado como persona.

A mis hermanos que siempre estuvieron en los momentos difíciles apoyándome y en los momentos de alegría que jamás voy a olvidar.

A los profesores por todos los conocimientos enseñados para esta etapa profesional.

Dedico este trabajo a todas las personas que en algún momento de su vida se preocuparon, me ayudaron y estuvieron animándome cuando más lo necesité para este gran logro, y por su puesto en especial a mi madre y padre que eran los que sufrían conmigo, gracias por todo.

RESUMEN

La presente tesis describe la importancia del proponer un sistema de extracción de humos de soldadura robotizada para la reducción de humos emitidos dentro de la nave. Tomando en cuenta que este proyecto está basado en la seguridad ambiental y personal de todos los trabajadores que se exponen a contaminantes tóxicos de la soldadura. El cual conlleva a la elaboración de un Diseño de un Sistema de Extracción Localizada de Humos Metálicos y Gases provenientes de los Procesos de Soldadura.

El objetivo de esta tesis es presentar el diseño de un sistema de extracción localizada para humos y gases provenientes del proceso de Soldadura que brindará una solución real, disminuyendo la contaminación ambiental y evitando que se originen enfermedades profesionales a las personas que se involucran en este tipo de labores.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Estado del Arte	6
1.2 Planteamiento del Problema	7
1.3 Objetivos	8
1.4 Definición de variables	8
1.5 Hipótesis	8
1.6 Justificación del Proyecto	9
1.7 Limitaciones y Alcances	10
1.8 La Empresa (Nombre de la empresa)	11
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	12
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	35
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	48
4.1 Resultados	48
4.2 Trabajos Futuros	49
4.3 Recomendaciones	49
ANEXOS	50
▪ planos (deberán encontrarse doblados en tamaño carta).	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA	50

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Sistema de control de ventilación.....	13
Ilustración 2 Extracción integrada.....	18
Ilustración 3 Tobera de alto vacío	19
Ilustración 4 Brazos de extracción flexibles	20
Ilustración 5 Diagrama de bloques del dispositivo	23
Ilustración 6 Mesa de extracción de doble propósito	27
Ilustración 7 Brazo de extracción.....	28
Ilustración 8 Extractor de humo de soldadura portátil	30
Ilustración 9 Diagrama de extracción de humo.....	35

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

México es un país que está en la necesidad de trabajar en el mejoramiento de seguridad ambiental y personal dentro de un centro de trabajo, así como en una cultura profesional que debe ser aplicada día con día para incrementar el índice de seguridad en el área en el que se está llevando las labores diarias.

En base a la situación actual en la que se encuentra, se requiere de desarrollos de mejores métodos de control, en este caso la soldadura.

La soldadura siendo un proceso transversal a diversos sectores, como la construcción, la metalmecánica, la agroindustria, entre otros, requiere la implementación de mejores prácticas, sobre todo en salud e higiene ocupacional, dada la creciente demanda de soldadores y personal en general que se encuentra trabajando dentro de la nave, los cuales, están expuestos a una amplia gama de enfermedades ocupacionales.

En este trabajo se propone el diseño de un dispositivo que permita extraer los humos de soldadura en espacios confinados y así garantizar las propiedades del aire requeridas para el consumo humano.

1.1 Estado del Arte

En los años 40 la empresa Vent-A-Hood de Dallas (Texas) sacó al mercado la primera campana extractora para uso doméstico. El Magic Lung, en español "pulmón mágico", causó sensación en el campo de la ventilación de la cocina. El funcionamiento es muy similar al de una chimenea clásica situada directamente encima del fuego, pero con refuerzo mecánico. La campana extractora fue un avance obvio en el desarrollo técnico de América que se extendió rápidamente también en Europa.

La preocupación por conseguir albergar un aire limpio dentro de los edificios ha acompañado al hombre a lo largo de su historia. Ya en la antigua Roma, el médico griego Galeno (129 D.C. /216 D.C), expuso sus conocimientos en esta materia en una síntesis médica conocida como Galenismo. En ella establece entre otros principios que es esencial mantener o buscar la pureza del aire (el "buen aire"), proponiendo si es necesaria la utilización de perfumes, fumigaciones, etc. El aire impuro o corrupto (el "mal aire") fue considerado por Galeno como la causa segura de patologías de carácter epidémico o infeccioso.

La relación entre un aspecto y otro también fue expuesta por Florence Nightingale (1820-1910), considerada la madre de la enfermería moderna, la cual describió la importancia de la ventilación en sus "Notas sobre Enfermería". Junto con la temperatura, la iluminación, la dieta, la higiene y el ruido, la ventilación era la base para conseguir un entorno saludable. Florence Nightingale instruía a sus enfermeras para que el aire fuera adecuado y periódicamente renovado, considerándolo de vital importancia para conseguir la recuperación de los pacientes. Estos planteamientos higienistas condicionaron el diseño arquitectónico de los edificios del siglo XX, cuando empezaron a utilizarse tipologías constructivas que incluían patios interiores que facilitaban abrir huecos en las fachadas para crear una ventilación cruzada dentro de las estancias. También se incorporaron patinillos y conductos para ventilar los cuartos de baño. La aparición del hormigón armado y la posibilidad de construir cerramientos ligeros permitió abrir grandes huecos en las fachadas que mejoraron notablemente la

iluminación y la ventilación del interior de las viviendas, y con ello sus condiciones de salubridad.

1.2 Planteamiento del Problema

La empresa AMVIAN de México dedica sus labores a la fabricación de equipo automotriz, para realizar estas actividades cuenta con una flota de 30 robots equipados con soldadura tipo MIG.

Desde que se elaboró el lay-out de la empresa, se tomó en cuenta el aplicar un sistema de extracción de humo dentro de la nave, más sin embargo, no hubo un diseño planeado para la puesta en marcha. Pasado el tiempo, con el comienzo de las labores diarias de los robots pudieron darse cuenta que la emisión de gases por esos 30 robots era demasiada densa, tanto que es posible percibirla cualquier persona que entre a la nave.

La planta tiene unas medidas de 200m x 400m x 20m considerando que el humo llega a todas partes entonces si es un problema grave, ya que diariamente laboran 420 personas estas están expuestas a 12 horas diarias (Son dos turnos de 12 horas diarios), más las personas que visitan las plantas, entonces la cantidad de personas que afecta si es considerable, además de que es un área cerrada.

El problema principal es que tanto los soldadores que están en una estación para hacer el re-trabajo de las estructuras de los asientos que salen de los robots de la soldadura robotizada y el personal que labora diariamente en diferentes estaciones tienen un alto riesgo de contraer cáncer de pulmón y posiblemente cáncer de la laringe y del tracto urinario. También, pueden experimentar una gran variedad de problemas respiratorios y pulmonares crónicos, que incluyen bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis.

Además, la empresa no les da todo el EPP necesario a los trabajadores para prevenir dichas enfermedades. Es importante que se reduzca esta emisión de gases y que la

empresa otorgue el EPP necesario porque esto puede ser causa de enfermedades laborales futuras.

1.3 Objetivos

- Proponer/investigar las características que debe tener un sistema de ventilación que lleve a cumplir las normas atmosféricas de un centro de trabajo.

1.4 Definición de variables

- Identificar los principales puntos de emisiones de gases
- Calcular las necesidades del sistema de ventilación
- Diseñar un sistema piloto de ventilación acorde a necesidades de las normas pertinentes.

1.5 Hipótesis

- En la soldadura, ¿El humo emitido por los robots está causando enfermedades en los trabajadores?
- Se previene una alta gama de enfermedades
- La soldadura afecta a los trabajadores de AMVIAN
- ¿El sistema de extracción eliminara todo tipo de contaminante proveniente por la soldadura?
- Se reduce la mayor parte de contaminantes

1.6 Justificación del Proyecto

Los empleados de la jornada laboral están expuestos continuamente a enfermedades de problemas respiratorios y pulmonares crónicos, que incluyen bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis todo esto debido a la gran cantidad de humo emitido por la soldadura robotizada que contiene contaminantes que pueden dañar las vías respiratorias, los pulmones y el sistema nervioso e incluso provocar cáncer. Los daños son muy graves. En muchos casos los síntomas pueden tardar meses - incluso años- en manifestarse. La prevención pasa por una correcta ventilación del proceso, combinada con el uso de EPP.

De acuerdo a la “Revista de Seguridad industrial y Bienestar Laboral”: un soldador sin protección corre el riesgo de inhalar hasta medio gramo de partículas venenosas durante un turno de trabajo de ocho horas. La intoxicación llegaría a ser de 100 gramos al año, lo que representaría hasta 2,5 kilogramos en 25 años. Los soldadores tienen un 40% más de posibilidades de desarrollar un cáncer de pulmón que cualquiera que fuma un cigarro, necesitan mayor protección que los no fumadores.

El motivo por el cual se está proponiendo este proyecto es para reducir las enfermedades ya mencionadas que pueden padecer no sólo los soldadores y personas que manipulan los robots, si no también, todo el personal que se encuentra laborando en las diferentes estaciones dentro de la nave, ya que el humo no circula y se queda atrapado, por lo tanto el número de afectados es bastante alto. Además, de que el humo es bastante dañino es muy molesto trabajar en una atmosfera con ese tipo de contaminación. Es por ello que se propone la implementación de un sistema piloto de extracción de humos de soldadura para salvaguardar la salud de todas las personas que pueden ser afectadas.

1.7 Limitaciones y Alcances

Limitaciones

- No se cuenta con equipos de medición
- Tiempo para la investigación y levantamiento de datos durante la jornada laboral
- Falta de personal capacitado para la investigación y medición
- No se cuenta con los recursos económicos para la puesta en marcha
- Mostrar los datos de la capacidad y el número de extractores que deben instalarse.
- Sólo se propondrán las características del sistema de ventilación pero no se instalará

Alcance

- El proyecto va dirigido al área de soldadura

1.8 La Empresa (AMVIAN MEXICO S DE RL DE CV)

- **Giro:** Automotriz
- **Tamaño:** Grande

- **Historia**

AMVIAN MEXICO S DE RL DE CV es una empresa dedicada a fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores. Se ubica en PARQUE INDUSTRIAL RAMOS ARIZPE AMISTAD de Ramos Arizpe, Coahuila de Zaragoza.

Esta empresa se estableció en el año del 2015 como una planta más del giro automotriz abriendo campo laboral elevado para el sector industrial.

- **Misión**

“Lograr y mantener el liderazgo en el mercado automotriz, ser el proveedor confiable y preferido por nuestros clientes, dándoles siempre una ventaja competitiva y un constante valor agregado y de igual manera siempre ofrecer al mercado productos y servicios de la más avanzada tecnología y calidad”.

- **Visión**

“Lograr y mantener el liderazgo en el mercado automotriz y ser la empresa preferida por sus clientes y ampliamente comprometida con sus colaboradores, accionistas de la empresa, con la sociedad y con un profundo respeto por el medio ambiente”.

- **Principales productos y/o servicios que ofrece.**

AMVIAN MEXICO S DE RL DE CV es una empresa dedicada a fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Soldadura robotizada

Las aplicaciones de soldadura robotizada utilizan maquinaria de precisión y controles electrónicos para efectuar las operaciones de soldadura y corte que habitualmente solía realizar un soldador. Dado que el dispositivo mecánico o el propio robot es el que ahora realiza el proceso de soldadura, el uso de los brazos de extracción de humos resulta complicado porque es necesario acercarlos al punto de soldadura para capturar eficientemente el humo. Las soluciones para los procesos de soldadura automáticos y semi-automáticos incluyen extracción integrada en la propia torcha, así como campanas superiores para la extracción de humos de soldadura. (NEDERMAN, 2016)

Como alternativa a la campana extractora y a los brazos de extracción, es posible utilizar el sistema de extracción de humos de soldadura MIG integrado en la propia torcha. Los sistemas de extracción integrados extraen los humos directamente de la propia torcha de soldadura sin interferir con el gas de protección. Los sistemas de extracción están disponibles tanto mediante unidades de extracción portátiles para usuarios individuales como en sistemas de extracción centralizados con varios puntos de extracción.

Sistemas de control de humos: creando un espacio seguro

Los sistemas de control de humos salvan vidas y ayudan a la protección de las propiedades. Estos sistemas, que incluyen tanto la compartimentación de los humos de incendio como la evacuación de éstos hacia el exterior, pueden presentar diversas formas según su complejidad, pero entre los beneficios de un sistema de control de humos bien diseñado destacan:

- Rutas de acceso y escape libres de humo.
- Se facilitan las operaciones de lucha contra incendios.
- Prevención o retraso del fenómeno de combustión generalizada (*flashover*), y reducción del riesgo de desarrollar aún más fuego.
- Protección del contenido del edificio.
- Reducido riesgo de daños a la estructura del edificio.



Ilustración 1 Sistema de control de ventilación

Sistemas de evacuación de humos y ventilación

Los sistemas de ventilación y evacuación de humo están formados por tres elementos principales: extracción natural o forzada para la evacuación del humo generado, barreras de humo para limitar su propagación mientras permanezca en el edificio y un sistema natural o forzado de aporte de aire fresco para mantener el sistema en equilibrio.

Ventilación natural frente a la forzada

La extracción natural del humo se fundamenta en la flotabilidad existente en los gases calientes que facilita su evacuación por los aireadores colocados en la parte superior del edificio. Estos sistemas poseen la doble funcionalidad de proporcionar la evacuación del humo en caso de incendio, así como realizar la ventilación diaria del recinto. Por el contrario, la extracción forzada del humo se base en el uso de ventiladores mecánicos.

Compartimentación del humo

En edificios con una superficie superior a 2000 m² (en el caso de extracción natural) y 2.600 m² (en el caso de extracción forzada), es necesario limitar la propagación horizontal del humo, para ello se emplean las barreras de humo capaces de confinar el humo en depósitos independientes. Estas barreras de humo pueden ser cortinas fijas, móviles, vidrios especiales resistentes al calor. Las barreras de humo también se utilizan con frecuencia en edificios complejos, tales como centros comerciales para canalizar el flujo de humo hasta el atrio.

Altura libre de humos

La altura de la capa de humos es un parámetro de diseño muy importante, debe ser lo suficientemente alto como para proteger la propiedad y las rutas de escape. Según la normativa de control de humos, dicha altura debe ser al menos de 3 m.

Sistemas de contención de humos

Al generarse un incendio, los sistemas de contención de humo evitan que el humo y calor asociados al mismo se propaguen a los depósitos de humos adyacentes: en caso de derrame de humo, pueden producirse daños en partes del edificio alejadas del foco del incendio. Asimismo, si el humo se extiende demasiado, éste se enfriará en exceso y perderá su fuerza ascensional, existiendo entonces el riesgo de que la totalidad del edificio esté inundado por humo. En contrapartida, si el humo está contenido convenientemente en depósitos, la temperatura de la capa de humos será suficientemente caliente, dando lugar a una ventilación de humos más eficaz.

Sistemas de contención mediante cortinas de humos

Los sistemas de contención de humos adoptan forma de barreras físicas o cortinas de humos, certificadas según norma EN- 12101-1, las cuales pueden ser fijas o móviles. Estas últimas tienen la ventaja de que, al mantenerse recogidas en ausencia de señal de incendio, permanecen prácticamente invisibles. En maniobra estándar, las barreras caen a velocidad controlada, tanto en ausencia de tensión electrónica como ante señal de incendio.

Cuando sea requiera garantizar no sólo la contención del humo sino también la compartimentación al fuego, en este caso se deberá utilizar cortinas de fuego en lugar de cortinas de humo.

Control de humos en parkings

Los sistemas de ventilación en aparcamientos responden por un lado a la necesidad de extraer las emisiones de gas producidas por los vehículos en su uso diario y, en segundo lugar, airear el humo generado en caso de incendio y ayudar a los servicios de extinción.

Colt CPV: ventilación por impulsos e inducción

En la actualidad, se está estableciendo la tecnología de sistema de ventilación por impulsos (*jet fans*) como referencia a escala europea en ventilación de parkings. El sistema Colt CPV (*Car Park Ventilation*) es la alternativa a las instalaciones de extracción mecánica con conductos, solucionando la gran mayoría de problemas asociados a esta tipología de instalación.

Una serie de ventiladores de impulsos (Colt Jetstream) y/o de alta inducción (Colt Cyclone), introducen cantidad de movimiento al aire, desde las aperturas de la toma de aire hacia los puntos de extracción, forzando la circulación de humos y gases. El número y localización de los ventiladores es cuidadosamente estudiada para asegurar la total circulación, evitando puntos muertos y depósitos estancados de gases.

Características y ventajas de los sistemas Colt CPV en comparación con los sistemas tradicionales de extracción mecánica por conductos:

Uniformidad del ambiente del parking.

Ventilación para dilución de CO₂ evitando la existencia de "zonas muertas".

Instalación fácil y más rápida: menor tiempo de montaje.

Optimización de espacio: aumento de la altura útil, disminuyendo la altura total del edificio.

Mayor seguridad: mayor campo de visión del sistema central de vigilancia (CCTV).

(Colt, 2018)

Sistemas de extracción localizada

El estándar de F3.2M-3.2 (2001) de la AWS, establece que los sistemas de extracción localizada son los sistemas que tienen una mayor relación costo efectividad, especialmente cuando no se usa la recirculación. Así mismo, los sistemas de extracción localizada permiten maximizar la efectividad del flujo del aire.

Los sistemas de extracción localizada, sean fijos o portátiles, capturan los contaminantes muy cerca de la fuente, sin embargo, estos sistemas son efectivos siempre y cuando su diseño, instalación, operación y mantenimiento sean correctos.

En general, todos los sistemas de extracción localizada constan de los siguientes elementos:

- Campana Extractora (de captura)
- Sistemas de ductos
- Dispositivos de limpieza de aire
- Ventilador
- Ductos de descarga

Estos elementos deben ser diseñados específicamente para cada aplicación. Estos deben extraer el humo sin perturbar el proceso de soldadura, por ejemplo, la velocidad de captación de los humos debe ser tal que no afecte la atmósfera creada por los gases de protección de la soldadura.

Existen diversas configuraciones para los sistemas de extracción localizada, los cuales, presentan diversas características operativas, ventajas y desventajas. A continuación se listan algunos de ellos, citados los el estándar AWS F3.2M-F3.2 del 2001:

- Pistola de soldadura con extractor integrado.

- Captador por tobera de alto vacío.
- Brazos de extracción flexibles
- Campana de extracción fija

Pistola de soldadura con extractor integrado

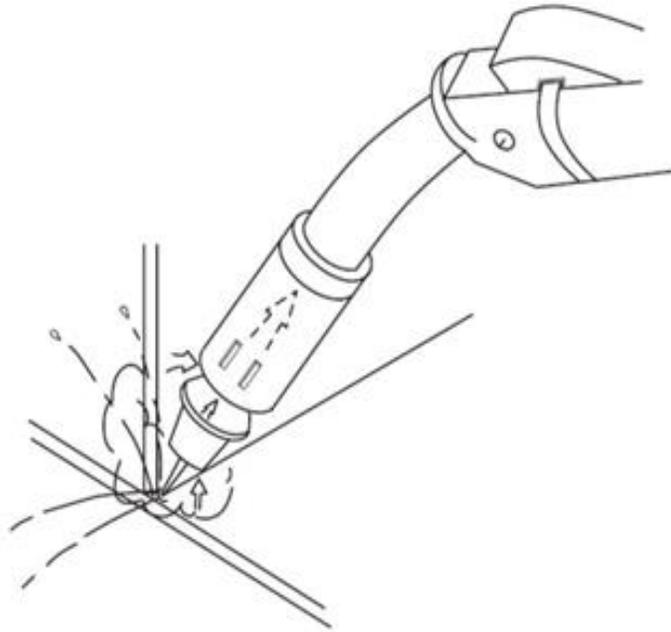


Ilustración 2 Extracción integrada

Captador por tobera de alto vacío

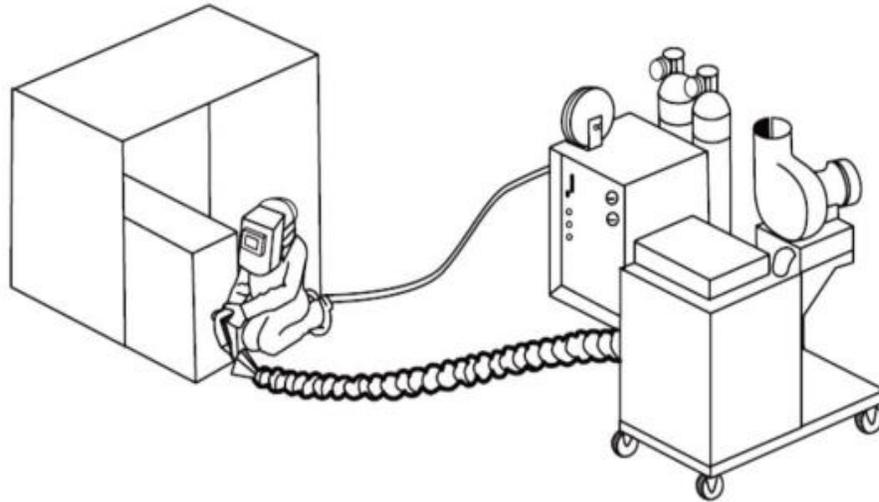


Ilustración 3 Tobera de alto vacío

Brazos de extracción flexible

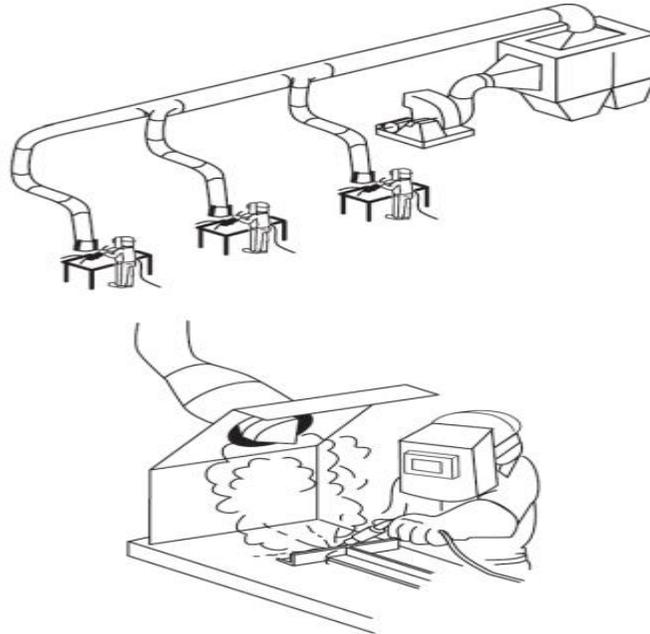


Ilustración 4 Brazos de extracción flexibles

Para cada configuración, existen algunos valores de referencia en cuanto al flujo de aire y requerido en la tabla 2 se presentan estos valores acompañados de algunos comentarios relativos a cada tipo de dispositivo de extracción:

Sistema	Flujo de Aire Típico (m ³ /h)	Comentario
Pistola de soldadura con extractor integrado	50-100	Extrae el humo de la zona de soldadura con pistolas de FCAW y GMAW
Captador por tobera de alto vacío	150-300	Permite posicionamiento por parte del soldador.
Brazos de extracción flexible	900-1400	Mueven un volumen de aire mayor, permiten la ubicación y reubicación por parte del soldador.
Campana de extracción fija	2500-3000	Usada para la captura sobre cabeza en locaciones fijas.

Tabla 1 Valores de flujo de aire para algunos sistemas de extracción localizada

La información anteriormente descrita debe contrastarse con los requerimientos específicos de los espacios confinados, con el propósito de tener una base de decisión sólida para el diseño previo del dispositivo.

ESPACIOS CONFINADOS

El estándar AWS-ANSI Z49.1, define como espacio confinado a un lugar pequeño o con espacio restringido, como un tanque o compartimiento pequeño. El confinamiento implica ventilación pobre como resultado de las dimensiones, forma o características constructivas, además de la restricción para la entrada y salida del aire y del personal. El numeral siete del estándar Z49.1 hace mención de los requerimientos particulares que deben tenerse en cuenta en los espacios confinados, los cuales se presentan a continuación:

- Deben garantizarse condiciones de respiración adecuada, sea a través de ventilación o equipos de respiración autónoma.

- Debe evitarse la acumulación de gases tóxicos, asfixiantes, inflamables o explosivos, por lo que se debe implementar un sistema de ventilación o extracción que contrarreste estos efectos.
- Deben evitarse atmósferas enriquecidas de oxígeno, dado que los contenidos elevados de oxígeno son propensos a la ignición espontánea de aceites, grasas u otras sustancias.

Para afrontar las exigencias anteriores, existen diversas variantes, como la utilización por parte de los operarios de equipos especiales de respiración, no obstante, aunque se pueda garantizar un suministro de aire adecuado para el consumo humano, esto no evita que la atmósfera se contamine con los gases y la polución proveniente de los procesos de soldadura o corte, por lo cual se hace necesario implementar equipos de extracción que permitan reducir el contacto de los gases, vapores y humos contaminantes con el aire del espacio, a la vez que filtran y atrapan los contaminantes capturados para liberar aire en mejores condiciones.

INFORMACIÓN PREVIA PARA EL DISEÑO Y PARÁMETROS DE REFERENCIA

Configuración Topológica: de los tipos de dispositivos presentados en las figuras anteriores y en conjunción con los requerimientos de los espacios confinados se determina que el diseño más adecuado es el de tobera de alto vacío. Algunas de las ventajas de este sistema son:

- Es un dispositivo portátil, fácil de operar y de ubicar.
- Gracias a que la expulsión de los gases se da fuera del espacio confinado, no afecta la atmósfera del mismo, evitando la concentración de gases o la escasez de oxígeno.

- Su uso no está restringido únicamente a los espacios confinados pues puede ser utilizado en un puesto de trabajo al interior de un taller o en espacio abierto, lo cual lo hace un equipo multifuncional

Esquema funcional del dispositivo para extracción localizada en espacios confinados con la distribución de componentes presentada en la figura 4.

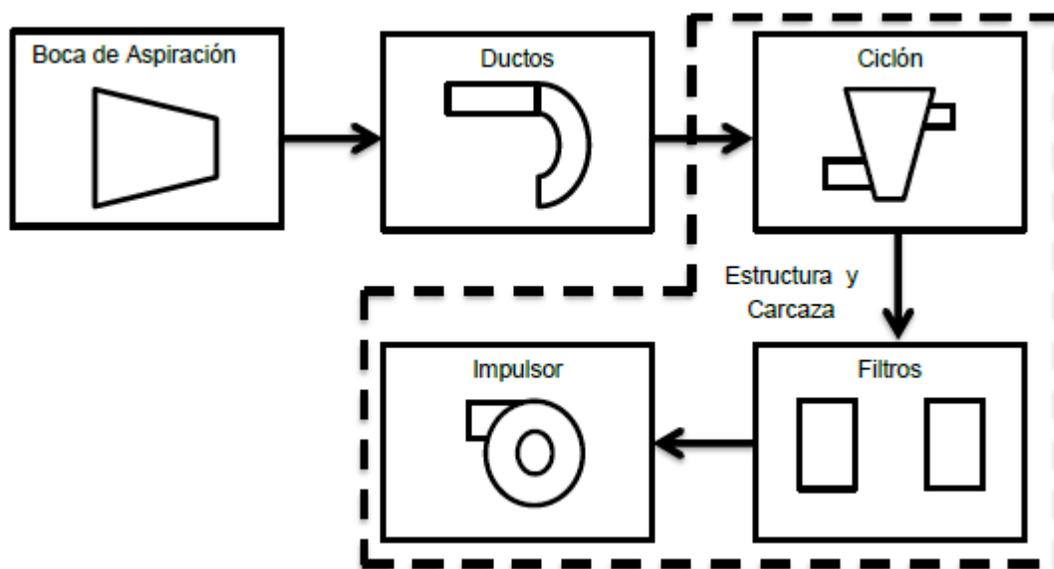


Ilustración 5 Diagrama de bloques del dispositivo

(Orozco, 2015)

Cabinas

Las cabinas son recintos que presentan un frente total o parcialmente abierto para acceso. El proceso contaminante se realiza en su interior. Se extrae un caudal de aire suficiente para inducir en el frente de la cabina, una velocidad promedio denominada velocidad en el frente (v_f), del orden de 0,3 a 1,0 m/s, que en general basta para superar la tendencia al escape del aire contaminando, aunque existen casos en donde se requieren velocidades en los frentes de mayor magnitud (ver Tabla 2.1). Ejemplos: cabinas de laboratorio y de pintura.

La velocidad en el frente de la cabina es función de:

- El proceso a controlar, que determina las condiciones de dispersión de los contaminantes
- De la toxicidad de estos últimos
- la magnitud de las velocidades de las corrientes del local, denominadas velocidades erráticas

(v_e): $v_f = F$ (proceso, toxicidad, v_e) (ver Tabla 2.1)

El caudal a aspirar (Q) se obtiene aplicando la ecuación:

$$Q = v_f \cdot A_f \text{ (m}^3/\text{s)} \text{ (2.5)}$$

donde: A_f : área del frente abierto máximo de la cabina y que es igual a:

$$A_f = h \cdot l \text{ (m}^2\text{)} \text{ (2.6)}$$

donde: h : altura del frente abierto

l : longitud del frente abierto.

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

Tabla 2 Velocidades para diseños de conductos

Condiciones de dispersión del Contaminante	Ejemplos	Velocidad de control (m/s)
I – Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25 – 0,5
II - Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado Intermitente de recipientes; transferencias entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 – 1,0
III - Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras.	1,0 – 2,5
IV - Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desmolde en fundiciones, chorros de aire abrasivos.	2,5 - 10

Tabla 3 Valores recomendados para las velocidades de control

Límite inferior	Límite superior
1. Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.	1. Corrientes de aire que distorsionan la captura del contaminante.
2. Contaminantes de baja toxicidad o molestos.	2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Producción de contaminantes baja o intermitente.	3. Gran producción, uso continuo.
4. Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.	4. Campana pequeña, únicamente control local.

Tabla 4 Selección de valor agregado para corrientes de control

(UBA, 2013)

DOWNFLEX® 400-MS/A MESA DE SOLDADURA HUMO DESCENDENTE

Mesa de Extracción de Doble Propósito

La mesa DownFlex es una mesa compacta que puede colocarse en varias ubicaciones alrededor de un taller de soldadura. Se combina en un diseño de mesa de trabajo y unidad de extracción específicamente para la eliminación de humos de soldadura.

- **Sistema Arrestador de Chispas de Tres Etapas:** Captura de partículas calientes antes de que pueda entrar en la cámara de filtración
- **Fuerte Capacidad de Extracción Backdraft (80%) y de Corriente Descendente (Downdraft) (20%) :** Ideal para soldadura, desbaste (1) y corte por plasma de servicio ligero
- **Fácil mantenimiento:** Todos los controles y las puertas se encuentran en la parte frontal para tener acceso completo a los filtros y a los colectores de extracción.
- **Aprobado por UL® y CSA**

- **Limpieza en el entorno de trabajo:** Extrayendo los humos de soldadura desde la fuente
- **Gran Tamaño del filtro:** Superficie del filtro eficiente y grande así como larga vida útil.



Ilustración 6 Mesa de extracción de doble propósito

Bajo nivel de ruido: Varias opciones que pueden estar por debajo de los 60 db (A)

K2751-3

Características Superiores

- **Sistema Arrestador de Chispas de Tres Etapas:** Captura de partículas calientes antes de que pueda entrar en la cámara de filtración.

- **Fuerte Capacidad de Extracción de Corriente de Respaldo (Backdraft) (80%) y de Corriente Descendente (Downdraft) (20%):** Ideal para soldadura, desbaste y corte por plasma de servicio ligero.
- **Fácil mantenimiento:** Todos los controles y las puertas se encuentran en la parte frontal para tener acceso completo a los filtros y a los colectores de extracción.
- **Aprobado por UL® y CSA**
- **Limpieza en el entorno de trabajo:** Extrayendo los humos de soldadura desde la fuente.

Procesos

Electrodo Revestido, TIG, MIG, Alambre Tubular, Corte por Plasma, Desbaste (no se recomienda para desbaste de aluminio, magnesio o cualquier otro material explosivo)

MOBIFLEX® LFA 3.1 BRAZO DE EXTRACCIÓN



Ilustración 7 Brazo de extracción

Estos brazos de extracción ligeros y flexibles son fiables y resistentes a arañazos y abolladuras. Construidos pensando en el soldador, los brazos están equipados con la campana giratoria de 360° para un posicionamiento óptimo.

K2633-5

Características Superiores

- Diseñados pensando en los soldadores, los brazos están equipados con una campana que gira 360°.
- Movimiento Óptimo para alcanzar cualquier área de trabajo.
- Resistentes a arañazos y abolladuras.

X-TRACTOR® 1GC UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE HUMOS SOLDADURA PORTÁTIL (120V)

Extractor de humo de soldadura portátil

X-Tractor® 1GC de Lincoln Electric es un sistema de extracción al alto vacío diseñado para el retiro y filtración de los humos de soldadura. El 1GC es una gran elección para la eliminación de los humos en las aplicaciones de la soldadura de servicio ligero que generalmente se encuentran en talleres o compañías con un pequeño número de estaciones de soldadura. El tamaño compacto y peso ligero del 1GC X-Tractor® hace que la unidad sea fácil de moverse a donde sea necesario.

- **Fácil de configurar** -Utiliza una pistola de soldadura de extracción de humos o el accesorio de la tobera de extracción.

- **Sistema de limpieza del filtro-** El sistema único de chorro de aire giratorio permite que se limpie el filtro de poliéster utilizando aire comprimido sin retirarlo del 1GC X-Tractor®.
- **Sensor de arranque/paro automático-**Proporciona la extracción sólo cuando es necesario, prolonga la vida del motor y disminuye el consumo de la energía.
- **Amplia variedad de toberas de extracción** -Adapte fácilmente el 1GC X-Tractor® para muchas aplicaciones diferentes de soldadura.

Para la luz a las aplicaciones de mediana intensidad.



Ilustración 8 Extractor de humo de soldadura portátil

- **Dos potentes motores.**
- **Operación de ruido bajo - 74 dBA.**

K652-1

Características Superiores

- Fácil de configurar
- Filtro Sistema de Limpieza

- Sensor automático de Arranque/Alto
- Amplia variedad de boquillas de extracción disponibles.
- Operación de ruido bajo

Procesos

Electrodo Revestido, TIG, MIG, Alambre Tubular

(LINCOLN ELECTRIC)

NOM-027-STPS-2008

ACTIVIDADES DE SOLDADURA Y CORTE-CONDICIONES DE SEGURIDAD E
HIGIENE

1. Objetivo

Establecer condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para prevenir riesgos de trabajo durante las actividades de soldadura y corte.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Actividades de soldadura y corte: son todos aquellos procesos y procedimientos que se desarrollan de manera permanente, provisional o en caso de mantenimiento a nivel de piso, altura, sótano, espacio confinado o en recipientes que contengan o hayan contenido residuos inflamables o explosivos para que el trabajador realice la unión, separación o perforación de metales.

4.6 Atmósfera no respirable: es el medio ambiente laboral con deficiencia o exceso de oxígeno, esto es, con menos de 19.5% o más del 23.5% de oxígeno en la atmósfera del ambiente laboral.

7. Análisis de riesgos potenciales

h) Los medios de control para minimizar o eliminar el riesgo en:

8. Condiciones de seguridad e higiene durante las actividades de soldadura y corte

h) Contar con ventilación natural o artificial antes y durante las actividades de soldadura y corte en las áreas de trabajo.

2) Las áreas de trabajo (ventilación natural o artificial, por ejemplo extractores de aire), la protección que se requiere para evitar daños a terceros, para controlar los conatos de incendio que puedan presentarse o para controlar la presencia de agentes químicos, entre otros, y

10. Requisitos de los procedimientos de seguridad

10.3 En las áreas o instalaciones, según aplique:

b) Que se verifique que el área de trabajo sea ventilada por medios naturales o artificiales y la inexistencia de materiales combustibles en un radio no menor a 10 metros.

Guía de referencia II

Acciones concretas en las actividades de soldadura y corte

Riesgos

La inhalación de humos y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico es muy variable en función del tipo de revestimiento del electrodo o gas protector y de los materiales base y de aporte, y puede consistir en exposición a humos (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, etc.) y gases (óxidos de carbono, de nitrógeno, etc.).

NOM-031-STPS-2011

CONSTRUCCION-CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

1. Objetivo Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas.

12. Trabajos en espacios confinados

Efectos por la concentración de oxígeno en espacios confinados	
% de oxígeno	Efectos
21.0	➤ Sin efectos.
19.5	➤ Límite inferior sin efectos para 8 horas.
18.0	➤ Problemas de coordinación muscular. ➤ Aceleración del ritmo respiratorio.
17.0	➤ Afectación motriz. ➤ Riesgo de pérdida de la conciencia.
16.0	➤ Desorientación del trabajador. ➤ Respiración afectada. ➤ Vértigo. ➤ Dolor de cabeza.
14.0	➤ Juicio defectuoso del trabajador. ➤ Fatiga rápida.
8.0	➤ Fallo mental en el trabajador. ➤ Náuseas. ➤ Vómito. ➤ Pérdida del sentido.
6.0	➤ Dificultad para respirar. ➤ Movimientos convulsivos. ➤ Muerte en minutos.

Tabla 5 Efectos para concentración de oxígenos de espacio confinado

Ventilación de ambientes

Una condición indispensable para mantener el confort en un recinto cerrado, se refiere a las condiciones de pureza y salubridad del aire alojado en dicho ambiente, las condiciones de dicho aire se ven afectadas por distintos procesos, lo que hace indispensable el reemplazo del aire en dicho ambiente por aire puro, esto se logra mediante la ventilación.

Existen diversos métodos de ventilación, que se pueden clasificar básicamente de la siguiente manera:

Ventilación Forzada: La ventilación forzada o mecánica es la provocada por agentes mecánicos de impulsión de aire (ventiladores, extractores, etc.) para mover la masa de aire. Para locales o ambientales ventilados mecánicamente donde se introduce aire limpio exterior propulsado por un elemento mecánico (ventilador etc.). el cálculo de los caudales se realiza a partir de la velocidad del aire dada por las características del propulsor mecánico y por las dimensiones geométricas de los ductos y bocas de las tuberías .

Ventilación Natural: Para la circulación y renovación del aire de un local, generalmente basta con ubicar correctamente aberturas que comuniquen con el exterior. Los sistemas de ventilación natural aprovechan hechos físicos naturales como diferencias de presión y temperatura, dirección e intensidad de vientos, etc.

(Yarke, 2005)

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Diagrama de extracción de humo

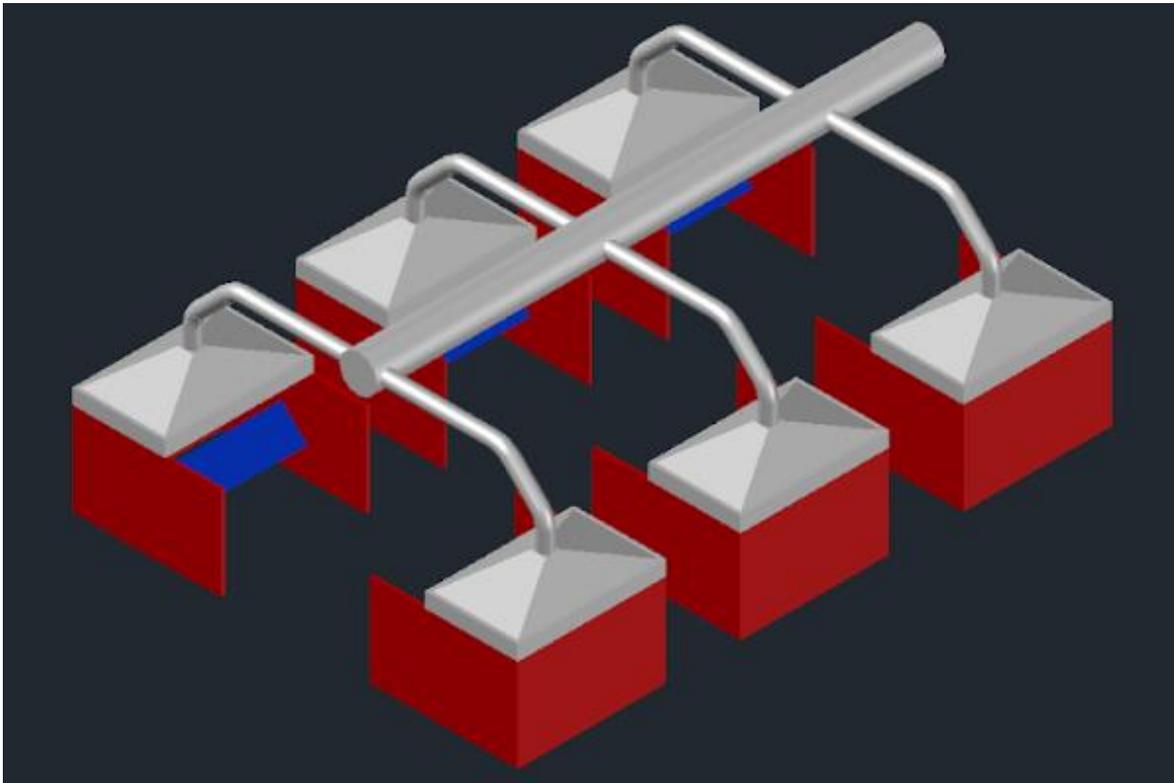


Ilustración 9 Diagrama de extracción de humo

Se dio un recorrido por toda la empresa analizando los procesos productivos de cada una de ellas. De acuerdo a la necesidad encontrada en el área de soldadura se hizo un levantamiento de los datos requeridos para buscarle una solución.

Paso 1. Se solicitó el lay-out de la empresa pero no se pudo otorgar la información que se necesitaba.

Paso 2. Se tomaron las medidas de la empresa la cual tiene un largo de 400m, un ancho de 200m y una altura de 20m

Paso 3. Se hizo un conteo de los robots que se encuentran dentro del área la cual cuenta con 30 robots para el proceso de soldadura.

Paso 4. Se tomaron las medidas de las estaciones la cual cuenta con un largo de 3m por 3m y una altura de 2.5 m

Paso 5. Se cogieron las medidas del largo y la altura del espacio que permanece abierto constantemente, dichas mediciones cuenta con un largo de 3m y una altura de 50cm

Paso 6. Se recolecto información del tipo de soldadura que se le aplica a las estructuras de los asientos

Paso 7. Se hizo un análisis de contaminación del aire

Paso 7. Se clasifco toda la información recolectada para la elaboración del documento

Paso 8. En base a la investigación y cálculos realizados, se hizo una selección de los equipos y materiales que se necesitan para el sistema de extracción de humo.

Cálculo de la campana extractora

De acuerdo a la literatura se investigó el tipo de diseño de la campana, dado el caso se llegó a la selección para una estación tipo cabina.

Se tomó en cuenta la medida de la estación de operación de los brazos robóticos la cual cuenta con un (L) largo de 3m un (A) ancho de 1.5m y una (H) distancia de captación de 1.70m. De acuerdo a la información recopilada se llegó a la conclusión que las medida de la campana debe ser la misma que mide la estación de operación ya que este método hace que el área de trabajo forme una estación de tipo cabina.

De acuerdo al texto, las cabinas son recintos que presentan un frente total o parcialmente abierto para acceso.

Acorde a las características con las que cuenta la estación de operación del proceso de soldadura se aprovecha que el recinto esta sellado por los cuatro lados y el único espacio que tiene abierto es la mesa de trabajo la cual gira para comenzar el proceso de soldadura.

Calculo del caudal de aspiración

Si tenemos un espacio abierto constante de 3m de largo (L) y una altura (H) de 0.5m de altura, entonces:

- Se calcula el área del espacio abierto para poder calcular el caudal

$$A=LH$$

$$A= (3m) (0.5m)$$

$$A=1.5m^2$$

- Como ya se tiene el área del espacio abierto se procede a calcular el caudal

Datos:

$$V_f = 0.5 \text{ m/s}$$

$$A_f = 1.5 \text{ m}^2$$

$$Q = ?$$

Donde:

V_f = Velocidades erráticas, toxicidad o velocidad de arrastre

A_f = Área del frente abierto de la cabina

Q = Caudal a aspirar

Formula:

$$Q = (V_f) \cdot (A_f)$$

$$Q = (0.5 \text{ m/s}) (1.5 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se convierten los m^3/s a m^3/h

$$Q = (0.75 \text{ m}^3/\text{s})(3600 \text{ s}/1 \text{ h})$$

$$Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se multiplica Q que es el caudal de aspiración por 10 veces que es el número de campanas extractoras

$$Q = (2,700 \text{ m}^3) (10)$$

$$Q = 27,000 \text{ m}^3$$

En base a este dato, se hace la selección del número de extractores para el sistema de extracción del humo.

Selección de extractor

- 3 extractores con una capacidad de 27, 095m³/h
- Potencia 3/4HP
- Intensidad/ tensión 13.6-6.1 A/ 127-220V

Calculo del diámetro de la tubería

Se calcula el diámetro del caudal aspirado por la campana de extracción

Formula:

$$Q= V.A$$

Se despeja A

$$A=Q/V$$

Donde:

Q= caudal de aire volumétrico en (m³ /s)

V : velocidad del aire en el conducto en (m / s)

A : área de la sección del conducto en (m²).

Se selecciona el dato de velocidad de aire en un ducto para fluidos de humos de soldadura el cual tiene un rango de 10 a 12.5 m/s

Se tomó el rango mayor (12.5m/s) para el cálculo del diámetro del caudal aspirado

Datos:

$$Q= 0.75\text{m}^3/\text{s}$$

$$V= 12.5\text{m/s}$$

$$A=?$$

Se aplica la formula

$$A= (0.75\text{m}^3/\text{s})/(12.5\text{m/s})$$

$$A= 0.06\text{m}^2$$

Aplicamos la fórmula $A=\pi r^2$ la cual se necesita para saber el diámetro correcto

Se despeja quedando como:

$$r = \sqrt{A}/\pi$$

$$r = \sqrt{0.06\text{m}^2}/3.1416$$

$$r = 0.1372\text{m}$$

Multiplicamos el radio por dos para obtener el diámetro

$$D= (0.1372\text{m}) (2)$$

$$D= 0.2756\text{m}$$

Se hace un análisis dimensional para obtener el diámetro en pulgadas

$$D= (0.2756\text{m})\times(100\text{cm}/1\text{m})\times(1\text{pulg}/2.54\text{cm})$$

$$D= 10.85 \text{ pulg}$$

Esto quiere decir que se necesita una tubería de 12" de diámetro para la aspiración

Calculo de la tubería general

Si se tienen 10 campanas de aspiración que necesita un ducto de 12" de diámetro para un sistema de extracción.

Se calcula la tubería general

Formula:

$$Q = V \cdot A$$

Se despeja A

$$A = Q / V$$

Donde:

Q= caudal de aire volumétrico en (m³/s)

v : velocidad del aire en el conducto en (m / s)

A : área de la sección del conducto en (m²).

Se selecciona el dato de velocidad de aire en un ducto para fluidos de humos de soldadura el cual tiene un rango de 10 a 12.5 m/s

Se tomó el rango mayor (12.5m/s) para el cálculo del diámetro del caudal aspirado

Se multiplica Q que es el caudal a aspirar por 10 veces que es el número de las campanas en un sistema de extracción

Datos:

$$Q = 7.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 12.5 \text{ m/s}$$

A=?

Se aplica la formula

$$A = (7.5\text{m}^3/\text{s}) / (12.5\text{m}/\text{s})$$

$$A = 0.6\text{m}^2$$

Aplicamos la fórmula $A = \pi r^2$ la cual se necesita para saber el diámetro correcto

Se despeja quedando como:

$$r = \sqrt{A/\pi}$$

$$r = \sqrt{0.6\text{m}^2/3.1416}$$

$$r = 0.4370$$

Multiplicamos el radio por dos para obtener el diámetro

$$D = (0.4370\text{m})(2)$$

$$D = 0.874\text{m}$$

Se hace un análisis dimensional para obtener el diámetro en pulgadas

$$D = (0.874\text{m}) \times (100\text{cm}/1\text{m}) \times (1\text{pulg}/2.54\text{cm})$$

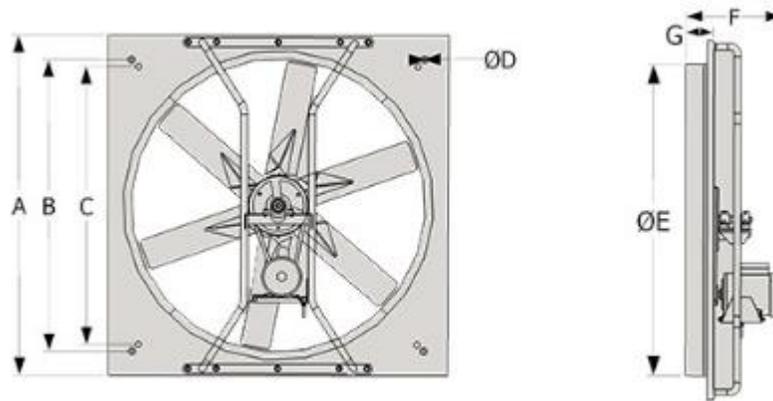
$$D = 34.40 \text{ pulg}$$

Esto quiere decir que se necesita una tubería general de 36" de diámetro

Materiales:

- 30 tubos de acero galvanizado de 36" de diámetro
- 75 tubos de acero galvanizado de 12" de diámetro
- 30 T de acero galvanizado con entrada de 36" y salida con reducción a 12"
- 30 codos de acero galvanizado para tubo de 12"
- 3 codos de acero galvanizado de 36" con reducción a 12"
- 30 conectores de acero galvanizado con entradas para tubos de 12"
- 30 campanas de acero galvanizado que tenga un largo de 3m y un ancho de 1.5m con un ángulo de inclinación de 45°
- 3 extractores con una capacidad de 27, 095m³/h
 1. Potencia 3/4HP
 2. Intensidad/ tensión 13.6-6.1 A/ 127-220V

Paso 1. Fijar el extractor a una altura de 1.5m



Paso 3. Conectar el ducto general al sistema de extracción



Paso 4. Después de que se conectó y se centró el ducto general se hace una ramificación con reducción



Paso 5. Se conecta una T en cada punto tomado para hacer la reducción y división de la guía.



Paso 6. Posteriormente se conectan otros ductos pero ahora de un menor diámetro



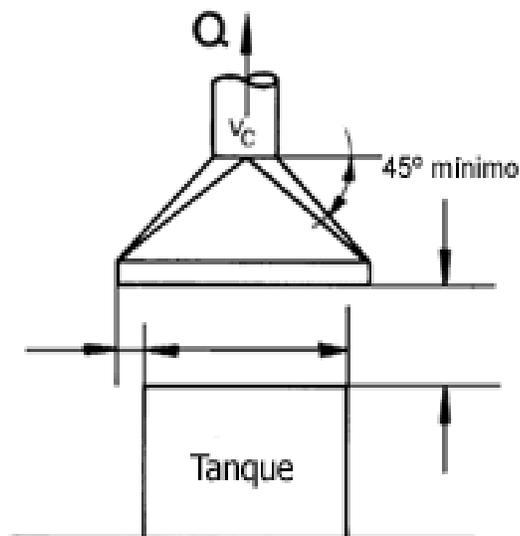
Paso 7. Se conecta un codo de 45° para guiarlo hacia la estación



Paso 8. Se une un ducto entre el codo de 45° ya conectado anteriormente a otro codo de 45°

Paso 9. Se conecta un ducto más

Paso 10. Se une el último ducto con la campana aspiradora de humo



CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Como resultado se obtuvieron las medidas de la campana que debe tener un largo de 3m por un ancho de 1.5m y un ángulo de inclinación de 45°. También, se consiguió el caudal a aspirar (Q) que nos arrojó un resultado de 27, 000m³/h.

Posteriormente se hicieron los cálculos del diámetro de las tuberías, se obtuvo un diámetro de 10.85" del caudal aspirado por la campana de extracción y un diámetro de 34.40" del caudal aspirado de la tubería principal.

Gracias a los datos calculados anteriormente, se seleccionó el tipo de extractor correcto para el sistema de extracción de humo, dicho extractor debe tener las siguientes características:

- capacidad de 27, 095m³/h
- Potencia 3/4HP
- Intensidad/ tensión 13.6-6.1 A/ 127-220V

Se llegó a la conclusión que se necesitan 3 extractores que cuente con esas características, por lo tanto se deben hacer tres sistemas de extracción con una distribución de 10 campanas para cada extractor.

Después de haber hecho el análisis y los cálculos requeridos para el sistema de extracción, se hizo una presentación al supervisor encargado del área de soldadura mostrando los datos obtenidos durante la investigación y la importancia por el cual se debe de implementar un sistema de extracción dentro del área. En base a esto, el supervisor propondría dicho proyecto a los jefes superiores a él para hacer un análisis de la información y ver si el proyecto es viable para tomar las medidas necesarias para la puesta en marcha.

4.2 Trabajos Futuros

- Hacer un análisis en diferentes puntos de la nave para verificar en cuál de ellos se puede implementar otro sistema de extracción de humo y así mismo buscar la manera de Instalar más dispositivos.
- Diseñar un sistema de ventilación aprovechando el aire que sale del sistema de extracción pero ahora poniendo un sistema de filtrado que reduzca la toxicidad del humo emitido para emitirlo dentro de la nave (recircular el aire).

4.3 Recomendaciones

- Se recomienda que la empresa cuente con dispositivos para medir la densidad del aire contaminado.
- Investigar sobre las propiedades físicas de los materiales para que sea más eficiente la emisión de aire y los costos sean menores.

ANEXOS

Aneo 1.

TABLA SIMPLIFICADA PARA SELECCIONAR EL EXTRACTOR DE AIRE EN LABORATORIOS DE EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR

Rango de Superficie del laboratorio (m ²)		Volumen de aire del local en m ³ (2.70 m altura mínima)	Volumen de aire que se requiere desalojar (6 cambios por hora mínimo)		Diámetro de las aspas del extractor recomendable		Flujo de aire que debe manejar el extractor***		Nivel de ruido****
De	Hasta		m ³ /h*	Equivalencia en ft ³ /min**			en m ³ /h	en ft ³ /min	
25	29	67.5	405	238.14	8"	20.32 cm	660.00	388.00	52
30	49	81	486	285.768	10"	25.40 cm	930.00	547.00	55
50	69	135	810	476.28	12"	30.48 cm	2,002.00	1,177.18	58
70	80	189	1,134	666.792	14"	35.56 cm	2,144.00	1,261.00	60

* Metros cúbicos por hora

** Pies cúbicos por minuto

*** Flujo estimado, puede variar en función de la Marca y Modelo del equipo

este dato se localiza en la Tabla de especificaciones Técnicas del equipo y puede estar en m³/h o su equivalencia en ft³/min

**** El nivel de ruido que produce el equipo se proporciona en decibeles (Db). La Norma específica admite 60 Db como máximo.

Nota:
(Supuesto 1)

Quando la longitud del laboratorio sea mayor de 10.00m o rebase el límite de 80m² (1,134m³ de volumen de aire) la extracción deberá resolverse con dos extractores con la capacidad adecuada, distribuidos de manera equidistante en sentido de mayor longitud y que permitan el desalojo del aire de manera directa al exterior o mediante ductos apropiados que conduzcan el aire para ser expulsado al exterior atendiendo la normatividad del caso.

En cualquier caso el extractor deberá colocarse a una altura mínima de 1.80 m sobre el nivel del piso.

Fig. 1 Selección de extractor de aire en laboratorios

Anexo 2.

Enfermedades	Contaminantes									
	Ami. respiratoria	Neumocitosis	Asma	Hipert. Celular	Di. u. pulmonar	Neoplasias	Cáncer	As. pulmonar	As. pulmonar	As. pulmonar
Acroleína	X									
Aluminio	X	X	X							
Amianto	X	X					X			
Anhídrido carbónico					X	X				
Antimonio	X	X			X	X				
Bario	X	X			X	X				
Berilio	X	X			X	X	X			
Cadmio	X				X	X	X	X		
Cloruros	X		X							
Cobalto	X	X	X					X		
Cobre	X	X			X	X				
Colofonia	X		X							
Cromo	X		X		X	X	X			
Dióxido de nitrógeno	X		X		X	X				
Estaño	X	X								
Fluoruros	X		X			X				
Formaldehído	X		X				X			
Fosgeno	X									
Isocianatos	X		X				X			
Hierro	X	X								
Manganeso	X				X	X				

Fig. 2 Relación entre los contaminantes y las enfermedades

Anexo 3.

Sistema	Flujo de Aire Típico (m ³ /h)	Comentario
Pistola de soldadura con extractor integrado	50-100	Extrae el humo de la zona de soldadura con pistolas de FCAW y GMAW
Captador por tobera de alto vacío	150-300	Permite posicionamiento por parte del soldador.
Brazos de extracción flexible	900-1400	Mueven un volumen de aire mayor, permiten la Ubicación y reubicación por parte del soldador.
Campana de extracción fija	2500-3000	Usada para la captura sobre cabeza en Locaciones fijas.

Fig. 3 Valores típicos de flujo de aire para algunos sistemas de extracción localizada

Anexo 4.

Elemento	% (masa)	Densidad kg/m ³	Ponderado
Fe	43,8	7,87	3,45
Mn	19,6	7,39	1,45
Ti	2,1	4,50	0,09
Ca	1,8	1,54	0,03
K	1,8	0,86	0,02
C	10,5	2,27	0,24
Si	8,6	2,33	0,20
Al	1,6	2,70	0,04
Mg	2,1	1,74	0,04
Na	1,3	0,97	0,01
F	0,3	1,70	0,01
Otros	6,5	8,38	0,54
Total	100,0	Total	6,11

Fig. 4 Composición elemental promedio del material particulado en el humo de soldadura

Anexo 5.



Fig. 5 Filtro para eliminar impurezas más largas

Anexo 6.

HUMOS METÁLICOS Y GASES	ORIGEN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y SÍNTOMAS
Cromo (Cr)	Procesos de soldadura. Acero inoxidable. Galvanizados. Fabricación pigmento de Galvanizados. Fabricación pigmento de cromo,	Iritación de la piel. Irritación del tracto respiratorio, efectos sobre la nariz, ojos y oídos. Efectos crónicos, incluido cáncer de pulmón, de riñón o daños en el hígado
Manganeso (Mn)	Procesos de soldadura, acero alta resistencia	Pneumonitis química; efectos crónicos incluidos trastornos del sistema nervioso.
Níquel (Ni)	Proceso de soldadura: Acero inoxidable, cromados, galvanizados	Dermatitis, asma, trastornos respiratorios, efectos crónicos incluyendo cáncer(nariz, laringe, pulmón), irritación del tracto respiratorio, disfunción renal.
Oxido de hierro	Procesos de soldadura, tanto en hierro como acero	Efectos sobre la nariz e irritación pulmonar, siderosis (acumulación pulmonar de óxido de hierro)
Fluoruros	Protección para electrodos, material flux (arco sumergido)	Iritación de ojos, nariz y garganta, problemas gastrointestinales, efectos crónicos, incluyendo problemas de huesos y articulaciones.
Ozono	Formado en el arco de soldadura	Efectos agudos, incluyendo hemorragias y derrames en pulmón.
Oxido de nitrógeno	Formado en el arco de soldadura	Pneumonitis, edema pulmonar, bronquitis crónica, enfisema y fibrosis pulmonar
Monóxido de Carbono	Dióxido de carbono generado durante la soldadura al arco., Protección de electrodos	Dolor de cabeza, náuseas, efecto Dióxido de carbono generado durante la crónicos cardiovasculares e incluso muerte

Fig. 6 ORIGEN Y EFECTOS NOCIVOS DE LOS HUMOS METÁLICOS Y GASES

Anexo 7.

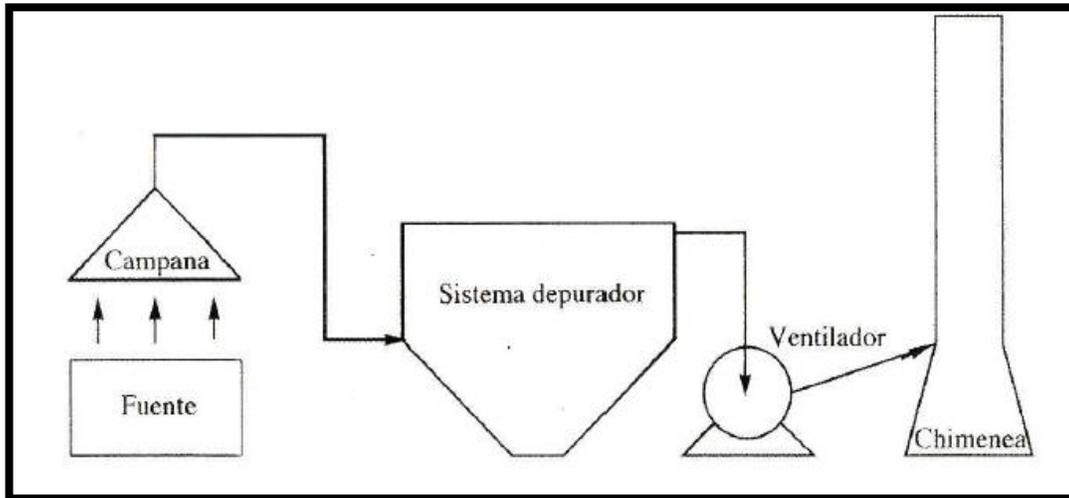


Fig. 7 DISPOSICIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN, DEPURACIÓN Y EVACUACIÓN

Anexo 8.

FACTOR	CONSIDERACIONES
GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia de captura Limitaciones legales Costo inicial Tiempo de vida y valor residual Costos de operación y mantenimiento Requisitos de potencia Peso y requisitos de espacio Material de construcción Fiabilidad Garantías del equipo y del fabricante
GAS PORTADOR	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura Presión Humedad Densidad Viscosidad Punto de rocío de materias condensables Corrosividad Inflamabilidad Toxicidad
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> Caudal y velocidad del gas Concentración de contaminantes Variabilidad de caudales, temperatura, etc.
CONTAMINANTE (GASEOSO)	<ul style="list-style-type: none"> Corrosividad Inflamabilidad Toxicidad Reactividad
CONTAMINANTE (PARTICULADO)	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de tamaños de partícula Forma de las partículas Tendencia a la aglomeración Corrosividad Abrasividad Pegajosidad Inflamabilidad Toxicidad Resistividad eléctrica Reactividad

Fig. 8 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

(s.f.). Argentina: Universidad de Buenos Aires .

Colt. (2018). *Sistemas de control de humos: creando un espacio seguro* . Recuperado el 03 de Abril de 2018, de <http://www.colt.es/control-humos.html>

LINCOLN ELECTRIC. (s.f.). Recuperado el 03 de Abril de 2018, de Control de humos de soldadura : <http://www.lincolnelectric.com/es-mx/equipment/weld-fume-control/Pages/weld-fume-control-equipment.aspx>

NEDERMAN. (10 de Noviembre de 2016). *Extracción de humo de soldadura para conseguir procesos seguros y eficientes en la industria del metal*. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de https://www.nederman.com/es-es/industry_solutions/welding_and_cutting

Orozco, R. E. (2015). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN EXTRACTOR DE HUMOS DE SOLDADURA*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Rubens, E. (s.f.). Ventilación Industrial. En *Descripción y diseño de los sistemas de ventilación industrial* (pág. 285). San Miguel Tucuman: MAGNA PUBLICACIONES.

UBA. (2013). *DISEÑO DE CONDUCTOS DE SISTEMAS DE*. Argentina: Universidad De Buenos Aires.

Yarke, E. (2005). *Ventilacion natural en edificios*. Buenos Aires: Nobuko.