



Diseño de extractor de humos de soldadura en la planta Renault Sofasa

Autor:

Carlos Andrés Valencia Arias

Informe de práctica para optar al título

Ingeniero mecánico

Asesor

Laura Isabel Velásquez García

Magíster en ingeniería

Candidata a doctora en ingeniería ambiental

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería mecánica

Medellín

2022

Cita	Carlos Andrés Valencia Arias
-------------	------------------------------

Referencia	[1] C.V. Carlos Valencia “Diseño de extractor de humos de soldadura en la planta Renault Sofasa” Semestre de industria, Ingeniería mecánica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
-------------------	---



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Pedro Leo Simanca.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi trabajo de grado a mi madre, pues sin ella no habría sido posible, tu bendición cada día me llena de alegría, me protege y guía mis objetivos, a mi padre por su paciencia y apoyo, mi hermana con su indispensable apoyo y mi foco para que saque lo mejor de mí, dedico mis esfuerzos a mis profesores también, puesto que lo bueno que hoy entrego y demuestro es enteramente reflejo de su calidad de enseñanza.

Agradecimientos

Agradezco enteramente a mis padres y profesores, su disposición y entrega ha sido lo que me construye como persona. Agradezco a la industria, cuyo capital humano es lo más valioso que he aprendido.

En agradecimiento a todos los que me acompañaron en mis prácticas académicas, Renault Sofasa, sector automotriz. Departamento de soldadura:

Laura Isabel Velasquez Garcia.

Marytzabel Aguirre.

Oscar Toro.

Jhon Mario Barrera.

Daniel Rodriguez.

Camilo del Valle.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
Estudio de caso	12
II. OBJETIVOS	14
A. Objetivo general	15
B. Objetivos específicos	15
III. MARCO TEÓRICO	15
Principios	16
IV. METODOLOGÍA	17
KAIZEN	17
¿Cuál es el método de mejora continua?	18
Requerimientos de extracción	19
Medición de humos contaminantes	20
Parámetros de diseño	21
Estado actual	22
Observaciones actuales.	25
Zona PRP	25
Alternativa propuesta	26
Diseño propuesto	27
Cálculos	28
Inversión	39
V. RESULTADOS	40
VI. ANÁLISIS	41
VII. CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	44

LISTA DE TABLAS

TABLA I - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	19
TABLA II - CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL METAL BASE DE LAS PIEZAS	20
TABLA III - CONSUMO EN EL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA	23
TABLA IV - PERDIDAS EN TUBERIAS	28
TABLA V - DATOS DEL AIRE	29
TABLA VI - CÁLCULO DE VELOCIDADES DE EXTRACCIÓN	31
TABLA VII - CÁLCULO DE REYNOLDS Y f	33

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Planta Renault Sofasa Envigado.	11
Fig. 2 (a). Mal estado de extractores de humos.	12
Fig. 2 (b). Mal estado de extractores de humos.	13
Fig. 3. Operarios alrededor de la matriz con pésima extracción de humos.	13
Fig. 4. Chimeneas y equipo de extracción.	14
Fig. 5. PDCA, Plan do check act.	17
Fig. 6. Motores ventiladores.	21
Fig. 7. Medición de velocidad de extracción con anemómetro.	22
Fig. 8. Ductos de extracción de la zona PRP.	23
Fig. 9. Puntos de extracción zona PRP.	24
Fig. 10. Estado actual zona PRP.	24
Fig. 11. Alternativa propuesta zona PRP.	26
Fig. 12. Alternativa propuesta zona PRP.	26
Fig. 13. Reductores de diámetro.	28
Fig. 14. Puntos finales de extracción.	30
Fig. 15. Primera reducción de diámetro.	30
Fig. 16. Simulación ANSYS.	32
Fig. 17. Magnitud de velocidad promedio ANSYS.	32
Fig. 18. Valores de rugosidad equivalentes para tuberías comerciales nuevas.	33
Fig. 19. Esquema global para el cálculo de caídas de presión.	34
Fig. 20. Factores k, para diferentes accesorios.	35
Fig. 21. Factores k, para diferentes accesorios de contracción y expansión.	36
Fig. 22. Contorno de pérdida de presión estática promedio ANSYS.	37
Fig. 23. Presión estática promedio ANSYS.	37
Fig. 24. Propuesta de inversión.	38
Fig. 25. Resultados por cálculo tradicional.	39

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Cms.	Centímetros
m	Metros
CFM	Pies cúbicos por minuto
Pa	Pascales
kWh	Kilovatio consumido por hora
UdeA	Universidad de Antioquia

RESUMEN

El presente trabajo representa el estudio y diseño de un sistema de extracción de humos en condiciones de operación deficientes, diferentes fuentes causan deterioros en los sistemas de extracción, sobre todo, en la industria automotriz con un cambiante y retante ambiente, que genera acciones y decisiones rápidas. El sistema de extracción como elemento en la ayuda ergonómica de los operarios de producción, es un factor de conformidad en pro de mejorar las condiciones laborales y de salud de quien trabaja jornada completa en operaciones como la soldadura; desde un punto de vista técnico son dispositivos que representan un costo importante en su operación, alcanzar su máxima eficiencia se logra a través del entendimiento de la pérdida de carga y necesidad de consumo, estos factores desprenden las necesidades estructurales y requerimientos de extracción, los cálculos y justificación técnica son el objetivo de este documento y se expresan en el desarrollo del mismo, documentar el proceso de análisis, problema y propuesta de mejora, da como resultado al acercamiento al mundo técnico de la ingeniería mecánica en desarrollo a la teoría de la mecánica de fluidos.

***Palabras clave* — Artículo científico, artículo de revisión, investigación, ventiladores, humos, automotores, automatización, eficiencia, monitoreo, calidad, reto.**

ABSTRACT

The present work represents the study and design of a smoke extraction system in poor operating conditions, different sources cause deterioration in the extraction systems, especially in the automotive industry with a changing and challenging environment, which generates actions and decisions fast. The extraction system as an element in the ergonomic support of production operators, is a conformity factor in favor of improving the working and health conditions of those who work full time in operations such as welding; From a technical point of view, these are devices that represent an important cost in their operation, reaching their maximum efficiency is achieved through the understanding of the loss of load and the need for consumption, these factors give rise to the structural needs and extraction requirements, the calculations and technical justification are the objective of this document and are expressed in its development, documenting the analysis process, problem and improvement proposal, resulting in an approach to the technical world of mechanical engineering in development to the theory of mechanics of fluids.

Keywords — **Scientific article, review article, research, fans, smoke, automotive, automation, efficiency, monitoring, quality, challenge.**

I. INTRODUCCIÓN

La Sociedad de Fabricación de Automotores S.A. (Renault SOFASA por sus siglas) es una empresa colombiana, fundada en 1969, encargada del ensamble de automóviles Renault en el país. Fue la primera empresa en producir el Renault Logan en el continente Americano. Además del Logan, también se ensamblan los automóviles Renault Clio, Renault Sandero y Renault Duster. Anteriormente se ensamblan las camionetas Toyota Prado, Land Cruiser, Hilux y los camiones Daihatsu Delta, de los cuales se exporta gran parte a los mercados de Venezuela y Ecuador. Aún así tiene presencia en los mercados de Perú, Chile, Bolivia, Centroamérica y México. Actualmente las acciones de SOFASA pertenecen en su mayoría a Renault [1].



Fig. 1. Planta Renault Sofasa Envigado.

Estudio de caso

En la unión de piezas metálicas, la soldadura es uno de los procesos industriales utilizados con mayor frecuencia, desarrollándose una gran variedad de tipos de soldadura, siendo así mismo numerosos los metales y aleaciones que pueden unirse por medio de estos procesos. Existen dos grandes grupos en los que se pueden agrupar todos los tipos de soldadura metálica, estos son:

Soldadura con aportación de metal, entre las que se pueden destacar las soldaduras blandas y duras, con soplete y con arco.

Soldadura sin aportación de metal, entre las que se encuentran, soldadura eléctrica por puntos, soldadura por inducción, por fricción, rayo láser, etc.

En el departamento de soldadura se deben contar con altos estándares de eficiencia, puesto que, en este punto toma forma la concepción de la cabina, base para la constitución de un vehículo. La eficiencia abarca ítems de mantenimiento, equipamiento contractual, equipo competente, seguridad y salud en el trabajo. El departamento implementa la soldadura por resistencia en sus procesos principales, el cual por su naturaleza genera humos contaminantes:

- Producidos debido al material base.
- Producidos por el recubrimiento del material base.
- Debido a la reacción del aire circundante o por el propio medio de trabajo [2].

Actualmente el departamento de soldadura no cuenta con un sistema de extracción de humos adecuado, puesto que el circuito de la tubería de succión presenta deterioros como agujeros, tubería inadecuada para la frecuencia y tipo de trabajo, tramos y puntos de extracción que no están en uso por cambios en la planta. El sistema de extracción de humos presenta una desactualización y deterioro que está generando consumos energéticos innecesarios, pésima extracción de humos, con riesgos a la salud a largo plazo de los operarios.

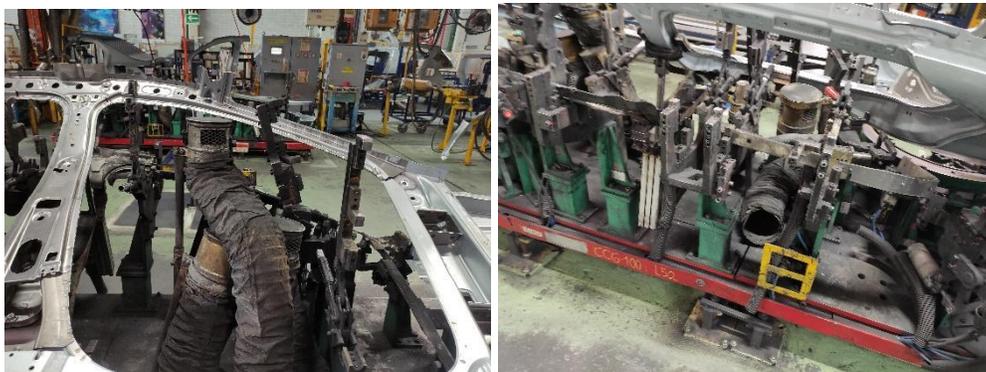


Fig. 2 (a). Mal estado de extractores de humos.



Fig. 2 (b). Mal estado de extractores de humos.

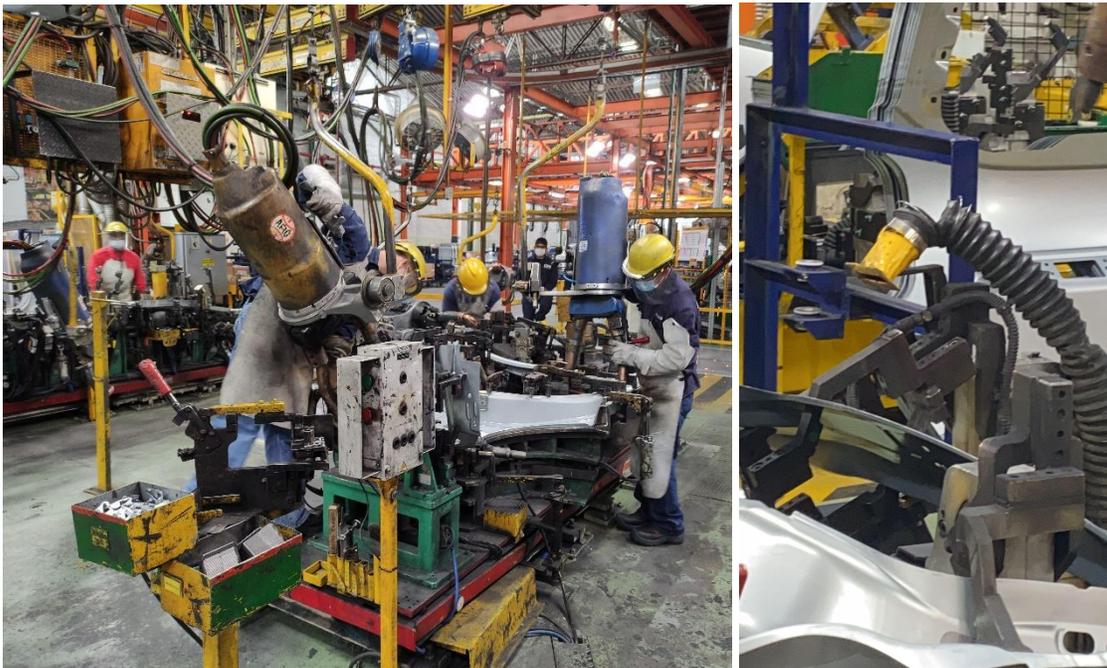


Fig. 3. Operarios alrededor de la matriz con pésima extracción de humos.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Mejorar la infraestructura instalada para lograr un servicio de calidad del sistema de extracción, con un servicio disponible en todo el tiempo de trabajo, evitando la contención de humos en el espacio de trabajo, riesgos a la salud; y una correcta liberación al ambiente.

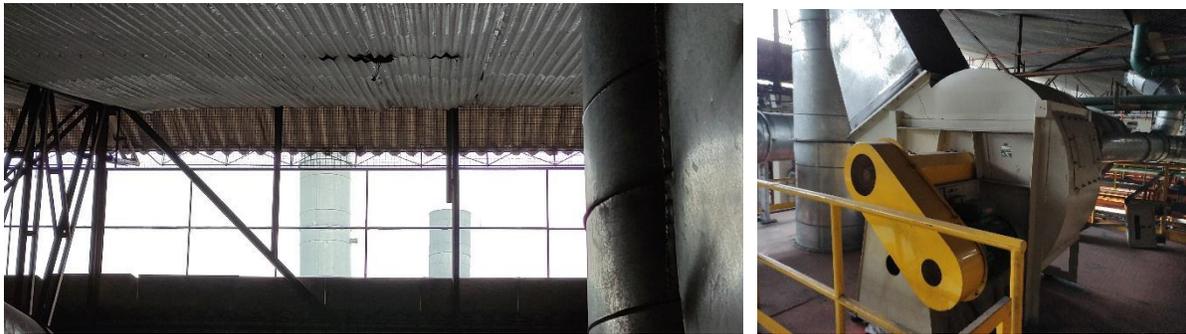


Fig. 4. Chimeneas y equipo de extracción.

B. Objetivos específicos

- Aumentar la eficiencia del sistema de extracción, evitando consumo en exceso.
- Mejorar la calidad del puesto de trabajo para los operarios.
- Calcular y seleccionar el diseño de tramos del sistema de tuberías.
- Generar ahorros en el costo operativo.

III. MARCO TEÓRICO

Los sistemas de extracción de humos realizan, mediante la extracción de aire, un intercambio entre el aire viciado y el aire del exterior, absorbe el aire viciado por medio de campanas en el punto de emisión; posteriormente, el colector hace la tarea de filtración confinado los contaminantes, para su correcta emisión al ambiente. De esta forma se evita el atrapamiento o recirculado de aire viciado, permitiendo la circulación de aire limpio en todo momento.

A la hora de determinar el sistema de ventilación necesario para una estancia o local es necesario tener en cuenta diversos aspectos [3]:

- Determinar la función a realizar (cuál es el tipo de proceso a efectuar: evacuación de calor, eliminación de polvo, etc.) y cuál es su forma de producción.
- Fijar el sistema de ventilación adecuado: ventilación ambiental o localizada.
- Calcular la cantidad de aire necesaria.
- Determinar puntos y superficie de entrada de aire.
- Establecer el trayecto de circulación del aire.

Componentes y funciones de un extractor de humos

Un extractor de humos es un dispositivo de ventilación que, por lo general, se presenta en una caja cerrada con una cara abierta hacia el foco de emisión de los elementos nocivos y contaminantes. De ésta misma, parte un conducto de evacuación activado por un extractor mecánico. Sus componentes principales son [3]:

- Campana: dispositivo diseñado para la captación del aire contaminado. Suele tener una forma ahusada o piramidal.
- Cabina: tiene forma de paralelepípedo descansando en el suelo, cerrado, con una cara abierta por la que aspira.
- Plenum: cámara intercalada en una conducción o captación de aire para uniformizar la presión.
- Tobera: elemento de captación cuyo diseño estrecha la boca de captación para aumentar la velocidad del aire.
- Extractor centrífugo o ventilador: mecanismo que proporciona la energía necesaria para que el aire circule a través de la campana, el conducto y el depurador a un caudal establecido. Este caudal incorpora filtros para retener la grasa e impedir que quede en el propio extractor y/o conducto.

Principios

Se debe tener en cuenta una serie de principios en relación a su funcionamiento:

-
- Pérdida de carga: es la pérdida de presión que se origina al circular el aire por una canalización, a la entrada o por obstáculos en la misma, debido al rozamiento, al cambio de dirección o choques. Se mide en milímetros de columna de agua (mm c.d.a.) o bien en Pascales, $1 \text{ mm c.d.a.} = 9,81 \text{ Pascal}$.
 - Pérdidas de entrada: es la pérdida de carga que se produce al entrar el aire a una canalización o elemento del sistema de ventilación.
 - Velocidad de captación (o de arrastre) (V_a): es la velocidad del aire en la boca de una campana o cabina necesaria para vencer las corrientes contrarias y recoger (arrastrar) aire, gases, polvo o humo, obligándoles a entrar en las mismas.

El proyecto entonces consiste en una reforma de la infraestructura actual, la cual involucra una reforma del diseño físico y operacional del sistema de extracción de humos, cambiando el circuito de tuberías, manipulando el sistema de extracción para garantizar la correcta extracción de humos. Aplicando los principios de operación del sistema y plan de mantenimiento para su estabilidad en el tiempo.

El estudio técnico es sustentado bajo toda la norma y principios técnicos que lo involucran, información basada de las siguientes fuentes:

- **Catálogo Sistema de Bibliotecas UdeA:** material impreso que reposa en Bibliotecas UdeA, tales como libros, revistas, tesis, diccionarios, informes, etc.
- **Bases de datos suscritas de la Biblioteca:** plataformas digitales con millones de documentos en texto completo:
- **Bases de datos de libre acceso:** Google Scholar, Microsoft Academic, Google Books, Redalyc, Scielo, Dialnet, DOAJ, PubMed, Base Search, entre muchas más.

Es de resaltar la base del análisis teórico por medio del libro Mecánica de Fluidos de los autores Cengel y Cimbala [4].

IV. METODOLOGÍA

KAIZEN

El ciclo de mejora continua (Método Kaizen) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no agregan valor en la cadena productiva. Esta herramienta tiene un potencial enorme para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas.

¿Cuál es el método de mejora continua?

También conocida como Kaizen. Es una antigua filosofía basada en una afirmación muy potente. Significa que si se quiere generar cambios sustentables en el tiempo, debemos enfocarnos en lograr cambios radicales en el corto plazo. Mejor aún, pensemos en hacer pequeñas mejoras todos los días, y éstas nos conducirán al gran objetivo que buscamos [6].

“Un viaje de mil millas comienza con un pequeño paso”

El Kaizen se rige en el principio de que una serie de eventos pequeños de mejora continua es mejor y más efectiva que un solo cambio grande. Parece algo simple y obvio, pero esconde una ventaja muy poderosa. Esto nos impulsa a sobrepasar nuestra respuesta natural al miedo y, así, poner fin a nuestros impulsos de procrastinar.

La Mejora Continua no es un eslogan; es una filosofía, un estilo de vida. Implica no conformarse nunca, siempre buscar superarse. Ya lo dijo el escritor Eduardo Galeano: “la utopía está en el horizonte. Si camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte corre diez pasos más allá. Entonces, ¿para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar”.

Si bien la Mejora Continua es una filosofía, existen herramientas de la ingeniería industrial que nos ayudan a estructurar nuestra forma de trabajo. De esta manera podremos orientar las actividades hacia estas prácticas de gestión. Sobre todo la más poderosa es el PDCA.



Fig. 5. PDCA, Plan do check act.

PDCA: una forma planificada de mejora continua. Las siglas PDCA refieren a las palabras inglesas “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” que en español significan “Planificar”, “Ejecutar”, “Verificar” y “Actuar”. Es decir, el PDCA está compuesto por cuatro etapas cíclicas.

El Ciclo PDCA también se conoce como círculo de Deming y es la herramienta más usada en el lean manufacturing para implementar sistemas de Mejora Continua en las organizaciones. Su potencia radica en la auto-evaluación permanente en el tiempo. De esta manera se logra entender los puntos fuertes que hay que mantener y remarcar las áreas en las que es necesario mejorar.

El concepto se basa en que, una vez acabada la etapa final, se debe volver a la primera y repetir el ciclo. Por lo tanto, las actividades son evaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras.

TABLA I
ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MES					
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Recopilación de datos						
Diseño de plan de mantenimiento						

Intervención física del sistema de extracción	
Diseño del nuevo sistema de extracción	
Recopilar y analizar resultados	

Requerimientos de extracción

Uno de los parámetros de extracción parte del volumen generado de humos contaminantes, el cual depende de varios factores, pero puede ser calculado en el campo a partir del “REGLAMENTO TÉCNICO PARA EVALUACIÓN DE HUMOS METÁLICOS DE SOLDADURA” [5], que describe el proceso en amplio detalle, con el fin de determinar volumen y componentes de este, este estudio se lleva a cabo con equipos especiales y personal capacitado en el tema, representa una ventaja significativa al entregar volumen y componentes de este generado.

Medición de humos contaminantes

El reglamento para la determinación de concentraciones de humos metálicos en los ambientes de trabajo, generados en las operaciones de soldadura, incluyendo las operaciones de corte de metales:

“La aplicación del reglamento representa un gran beneficio tanto para los empleados como para los empleadores del sector metalmeccánico, ya que permite la obtención de resultados confiables que servirán como base para la toma de decisiones en cuanto a las medidas correctivas y preventivas que deben ser aplicadas.” [5]

El análisis de las muestras recolectadas se realiza por medio de la técnica analítica de Espectrometría de Emisión Atómica de Acople Inducido Argón-Plasma (ICAP-AES), previo tratamiento del filtro para solubilizar la muestra, procedimiento que es realizado por el laboratorio analítico. Dentro del ámbito industrial, las operaciones de soldadura, como es bien conocido, están ampliamente extendidas. Como consecuencia de estas operaciones, el soldador está frecuentemente expuesto a humos y gases de soldadura.

El origen de estos contaminantes se encuentra en el material soldado (metal base o su posible recubrimiento), el material aportado (metal de aporte, escorificantes, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura, origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono, todos estos aspectos deben ser tenidos en cuenta antes, durante y después del proceso de evaluación de este contaminante en el lugar de trabajo.

Parámetros de diseño

Por otro lado, sin el estudio del reglamento, se puede estimar los componentes de los humos generados partiendo de las características del metal base, y seguir normas propias de Renault para cumplir los requerimientos de extracción.

TABLA II
CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL METAL BASE DE LAS PIEZAS

Operaciones	Metales base más frecuentes	Contaminantes característicos Óxidos de:
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc. por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del material base de la pieza.	Aceros al carbono.	Hierro. Manganeso.
	Aceros aleados.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Acero inoxidable. Aluminio.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Bronces. (Según tipos)	Cobre. Estaño. (Níquel. Plomo. Zinc. Berilio.)
	Latón. (Latones aleados)	Cobre. Zinc. (Estaño. Manganeso. Plomo.)
	Aleaciones cobre-berilio.	Cobre. Berilio.
	Plomo.	Plomo.

¿De qué depende la cantidad de humos inhalados por el soldador? [6]

- Producción total de humos
- Influencia de la posición del soldador
- Influencia de la ventilación
- Influencia de la pantalla de soldadura

- Influencia de la protección individual de las vías respiratorias

Es importante tener claro que metal base se está usando y saber qué oxido están presentes en el ambiente de trabajo, e identificar los riesgos en la salud del soldador [6], y tomar las medidas preventivas necesarias.

Sin embargo, tener un volumen promedio generado es difícil de definir al tener un ambiente que depende de tantos factores, por esto es importante definir como factor dominante los estándares Renault, anexo a este documento se encuentra “Anexo 1 - EM34SO775_A_EN - Suction of welding fumes.pdf” [7], con objeto de definir la velocidad del aire en los ductos, y punto de extracción de humos.

$$V_{ext} = 14 \left[\frac{m}{s} \right] \quad [7]$$

Este valor de velocidad define el parámetro base con el que definimos la extracción de aire, con el cálculo de las pérdidas según la configuración física del sistema, se determinará la potencia bomba y necesaria para el sistema. Valor tomado de los estándares Renault.

Estado actual

El departamento de soldadura cuenta con una red primaria instalada, con sus respectivas chimeneas y motores ventiladores, para lograr la extracción; 3 chimeneas y 3 motores ventiladores cuenta el departamento de soldadura.



Fig. 6. Motores ventiladores.

Sin embargo, su trabajo es ineficiente y no logra su objetivo. Mediante el uso de un anemómetro calibrado es posible comprobar la velocidad y temperatura del aire, en los puntos de extracción, como verificación y comparación de los cumplimientos de la norma Renault [7].

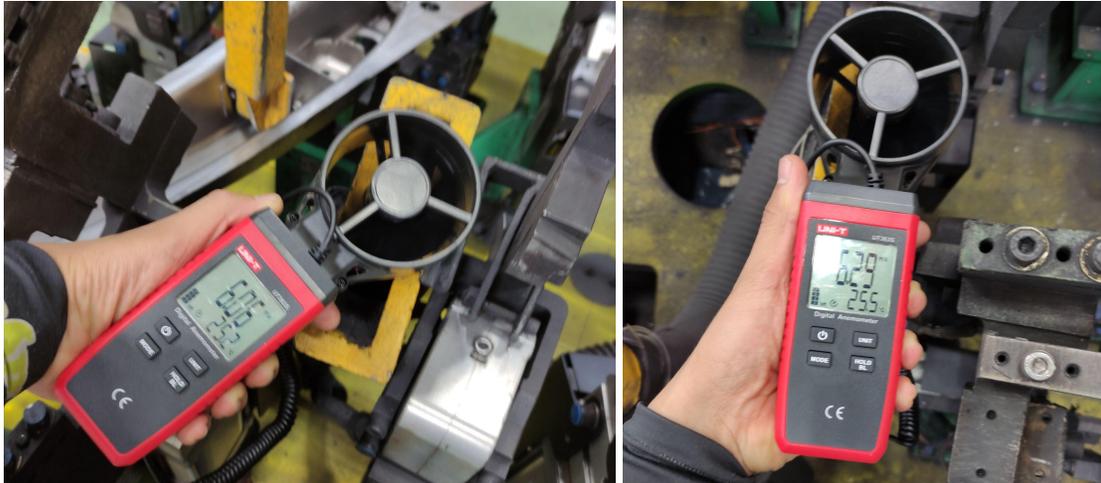


Fig. 7. Medición de velocidad de extracción con anemómetro.

Es de resaltar el no cumplimiento de la norma Renault [7], puesto que la velocidad no alcanza los $V_{ext} = 14[m/s]$, apenas logra en promedio de las 3 zonas una velocidad de extracción muy por debajo de $V_{ext} = 6.5[m/s]$.

La extracción es fundamental para mejorar la ergonomía y calidad del puesto de trabajo del operario. Las zonas donde se ubican y los motores ventiladores se dividen en.

- PRP.
- Matrices de laterales 1.
- Línea FM y CDC.

Los 3 motores ventiladores de las zonas junto los ductos y ramales que se desprenden de estos, son examinados en detalle, buscando fuentes de fallas, y consumo de estos, con un costo de $417\left[\frac{COP}{kWh}\right]$.

Potencia consumida del motor, está definida por:

$$P = V * A * \sqrt{3} \quad \text{Eq. (1)}$$

Esta potencia es multiplicada por el costo del kilovatio, para hallar el costo anual de operación.

TABLA III
CONSUMO EN EL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA

Zona PRP	Matrices laterales 1	Codos a 45°
$V = 220/440$ $A = 75,8/37,9$	$V = 220/440$ $A = 75,8/37,9$	$V = 220/440$ $A = 64/32$
$51'100\ 660 \left[\frac{COP}{año} \right]$	$51'100\ 660 \left[\frac{COP}{año} \right]$	$51'100\ 660 \left[\frac{COP}{año} \right]$
Consumo total: $145'877\ 186 \left[\frac{COP}{año} \right]$		

Por razones de confidencialidad no se muestra el layout de la planta, pero se compone de 3 zonas, con la influencia de los extractores.

Observaciones actuales.

El sistema de extracción no cumple su función, baja velocidad del aire de extracción, debido a discontinuidades de los ramales y tuberías.

Zona PRP

En el departamento de soldadura se encuentra adjunto el proveedor de subensambles, el cual cuenta con 12 líneas de extracción de humos, con la ubicación al motor de extracción a unos aproximados 15 metros.



Fig. 8. Ductos de extracción de la zona PRP.

En el departamento de soldadura con la zona llamada PRP, la cual cuenta con 12 líneas de extracción de humos, con la ubicación al motor de extracción a unos aproximados 35 metros, por las características tan controversiales, será zona de análisis, y puesta en evaluación su eficiencia.



Fig. 9. Puntos de extracción zona PRP.

Se implementa el anemómetro, y el costo del kilovatio en la compañía para determinar las condiciones actuales de operación, evidenciadas en la figura 11. Gracias al anemómetro se registra una velocidad de $V_{Real} = 7.8[m/s]$, contra una requerida de $V_{ext} = 14[m/s]$ [7].



Fig. 10. Estado actual zona PRP.

Alternativa propuesta

Al evaluar los espacios con sistemas de extracción, se evidencia un déficit en el sistema de extracción, evidenciado por una baja eficiencia de extracción, reflejada en una baja velocidad en los puntos de extracción y un consumo eléctrico elevado para la prestación del servicio.

Para afrontar este problema se propone la modificación del sistema de extracción del sector PRP, ya que este presenta hoy un consumo de hasta 51 millones de pesos por año, con una baja eficiencia, por alcances de objetivos, esta propuesta pretende abordar todo el contenido técnico en detalle para la mejora de un proceso en la industria, con pertinencia en la mecánica de fluidos.

La etapa de planificación y consignación de ideas, se busca un foco donde se optimicen recursos, tanto para realizar una intervención en la planta como para ahorro en consumo. La consigna de idea arroja la estrategia y punto de partida del proyecto. La alternativa propuesta consiste en la salida de funcionamiento de un extractor de PRP, por otro de menor capacidad, en una posición más cercana a los puntos de extracción, con modificación en su ramal principal para evitar discontinuidades ó tramos partidos.

Diseño propuesto

El diseño parte de la concepción del espacio y equipos disponibles para generar una propuesta, energética y económicamente viable.

La propuesta inicial parte de desviar el ducto principal que extrae en la zona PRP, como se ve en la Figura 11-b, para evitar entrar en funcionamiento el motor actual y un gasto de 51 millones anuales. La alternativa de ahorro propuesta, cambia el motor y extractor, elimina ciertos tramos de tubería que no están funcionales, y se plantea redireccionar el caudal. Incluyendo codos de 90° y 45°, uniones en T de 30°, y reducciones de diámetros, se calculará las pérdidas para estas condiciones, partiendo del nuevo recorrido del caudal propuesto, como se puede ver en la Figura 12, con extractor de menor capacidad, además de ser este de uno de los disponibles y en buenas condiciones de operación.

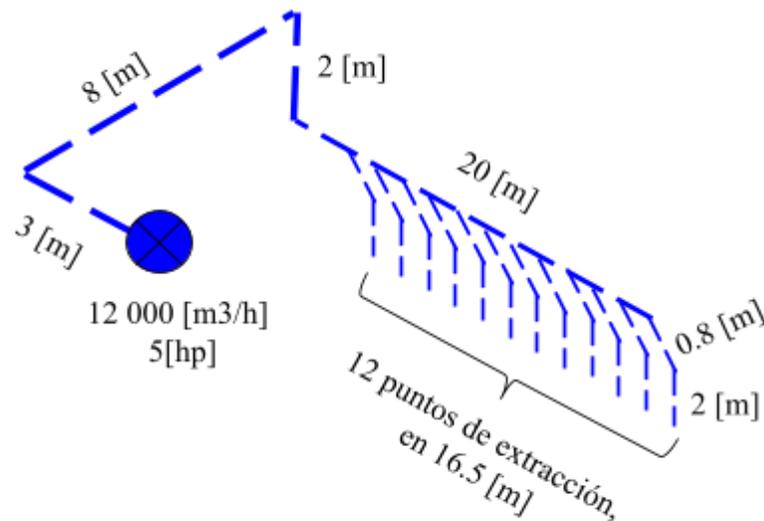


Fig. 11. Alternativa propuesta zona PRP.



Fig. 12. Alternativa propuesta zona PRP.

Cálculos

Como se definió anteriormente se propone la trayectoria y extractor, ahora el objetivo es determinar las características técnicas de este cambio.

TABLA IV
PERDIDAS EN TUBERIAS

Tramos rectos	Codos a 90°	Codos a 30°
Pérdidas mayores	Pérdidas menores	Pérdidas menores
$f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$	$\frac{v^2}{2g} k$	$\frac{v^2}{2g} k$

Nota: Tomado del libro de mecánica de fluidos [4].

Se parte del punto de extracción con caudal de $12000 \frac{m^3}{h}$ (7060 CFM), equipo disponible en la compañía. Con un diámetro de 305 mm (0.305 m). A partir de este punto y los diferentes tramos de tubería propuestos (reducciones de diámetros, codos y puntos de extracción) se calculan las pérdidas mayores y menores, asociadas a estos.

A continuación se presentan las características del motor extractor disponible en planta.

TIPO: Centrífugo de aletas planas inclinadas hacia atrás.
 REFERENCIA: CIA -24 / SW / CL2
 DIÁMETRO ROTOR: 24.5 Pulgadas
 CAUDAL: 12.000 m³/h (7.060 CFM)
 PRESIÓN ESTÁTICA: 50mm columna de agua estándar = 490,3325[Pa].
 VELOCIDAD DE ROTACIÓN: 1.270 RPM
 MOTOR: WEG, W22, Premium (IE3), trifásico, 5 H.P, 1.800 RPM, 220/440 V, acoplado al extractor por medio de poleas tipo B y bandas en V.
 MATERIAL: Será fabricado con lámina negra, de unión totalmente soldada, recubierta con pintura horneable de acabado gris texturizado.
 ACCESORIOS: puerta de inspección, drenaje, guardabandas y guardaeje.
 CANTIDAD: 1
 DATOS TRANSMISIÓN: POLEAS EN HIERRO DOS CANALES TIPO B:
 Polea ventilador: diámetro 7 1/2", Deje= 2 3/16", cuñero 1/2" x 1/4"
 Polea motor: diámetro 5 1/2", Deje= 28mm, cuñero: 8mm x 3mm
 Dos (2) bandas B41
 CHUMACERAS SKF: SY 203 (Diámetro eje 2 3/16")

Tramos propuestos: Para la aplicación propuesta se tiene en cuenta toda la geometría del sistema de ductos, las pérdidas se describen a continuación, a partir del punto de extracción, partiendo de los principios de la mecánica de fluidos.

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{\text{Fuerzas inerciales}}{\text{Fuerzas viscosas}} = \frac{\rho V_{prom} D}{\mu} \quad \text{Eq. (2)}$$

En condiciones del aire de Medellín y el área metropolitana, aire a 25°C promedio en todo el día:

TABLA V
DATOS DEL AIRE

ZONA	$\rho_{aire} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$	$\mu_{aire} \left[\frac{kg}{m \cdot s} \right]$
Medellín 25°C	1.205	1.825×10^{-5}

Nota: Tomado del libro de mecánica de fluidos [4].

El caudal que otorga el motor extractor es conocido, por tanto, se puede calcular un valor de velocidad promedio en la entrada del motor extractor.

$$Q_{Extractor} = A * V_{prom} \quad \text{Eq. (3)}$$

$$Q_{Extractor} = 12000 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600s} = 3.333 \frac{m^3}{s}$$

$$V_{prom} = \frac{Q_{Extractor}}{A} = \frac{Q_{Extractor}}{\pi * R^2} \quad \text{Eq. (3)}$$
$$V_{prom} = \frac{3.333 \frac{m^3}{s}}{\pi * 0.1525^2 m^2} = 45.6235 \frac{m}{s}$$

Ahora se procede a calcular los caudales y velocidades teóricas de salida en cada punto de extracción, como punto de partida se tiene en cuenta los elementos reductores de diámetro, que al reducir diámetros, reduce caudal y velocidad cada que este se presente.

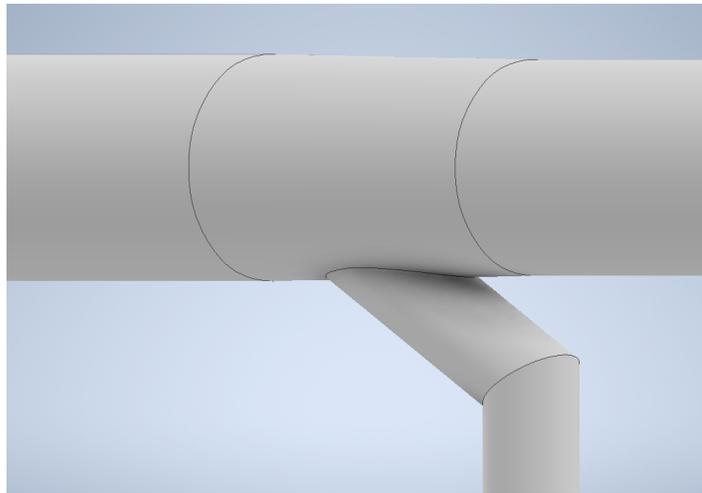


Fig. 13. Reductores de diámetro.

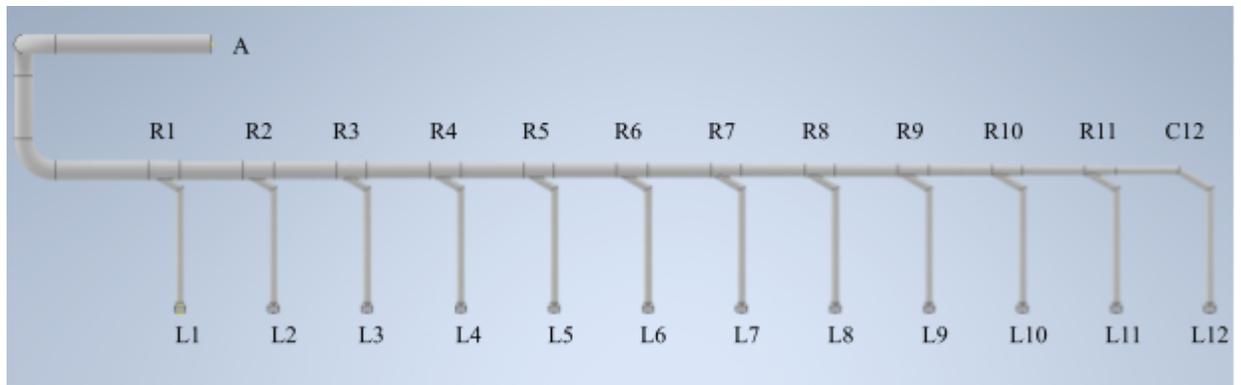


Fig. 14. Puntos finales de extracción.

En la figura 15, se puede apreciar los puntos de extracción, antes de cada uno de estos, anteriormente enumerados, se encuentra un reductor de diámetro, lo cual modifica la velocidad de extracción de cada punto, esta es diferente, ya que el caudal se divide y este define las velocidades. El cálculo se procede siguiendo el caudal de extracción hasta la primera reducción (R1 en la figura 15), este

caudal de extracción se va en dos direcciones, para el cual se determina cuanta cantidad de aire se va por cada rama.

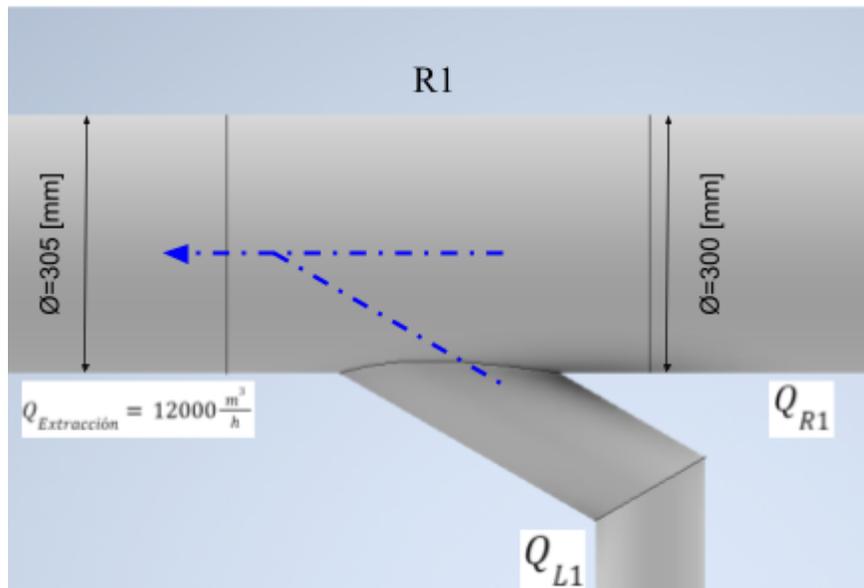


Fig. 15. Primera reducción de diámetro.

En la figura 16, se observa la reducción de diámetro y la división del caudal, a continuación se presentan los cálculos para determinar la partición del caudal. Se parte desde el caudal conocido de extracción y las áreas conocidas de las 3 vías.

$$Q_{Extracción} = 12000 \frac{m^3}{h} = 3.333 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{R1} = \frac{A_{R1}}{A_{R1} + A_{L1}} * Q_{Extracción} \rightarrow Q_{R1} = 2.806 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{L1} = \frac{A_{L1}}{A_{R1} + A_{L1}} * Q_{Extracción} \rightarrow Q_{L1} = 0.527 \frac{m^3}{s}$$

Es de resaltar que la suma de caudales ($Q_{R1} + Q_{L1}$), es igual a $Q_{Extracción}$, puesto que de este es que se divide a las líneas siguientes (R1 y L1). Para el tramo siguiente de reducción se parte del nuevo caudal encontrado Q_{R1} , que permite encontrar el caudal para la siguiente división de caudal R2 y L2. A partir de este punto el proceso es repetitivo, y se encuentran las velocidades por línea de extracción para cada línea en la tabla VI.

TABLA VI
CÁLCULO DE VELOCIDADES DE EXTRACCIÓN

#	ϕ_{Ducto} [mm]	$\phi_{Reducido}$ [mm]	$V_{Extracción}$ $\frac{m}{s}$
R1	305	300	39,702
R2	300	290	35,378
R3	290	280	31,220
R4	280	270	27,257
R5	270	260	23,515
R6	260	250	20,020
R7	250	240	16,796
R8	240	230	13,860
R9	230	200	12,886
R10	200	160	12,128
R11	160	130	9,185
C12	130	130	4,593

Nota: Cálculos iterados por la distribución de caudales.

Es evidente que las últimas líneas presentan una caída de velocidad (también caudal) muy grande, y de difícil cumplimiento para la norma Renault. Junto a este cálculo se realizan simulaciones en Ansys, se evidencia que el programa entrega velocidades aproximadas a las calculadas teóricamente, también con evidencia en la pérdida de velocidad al final de las líneas.

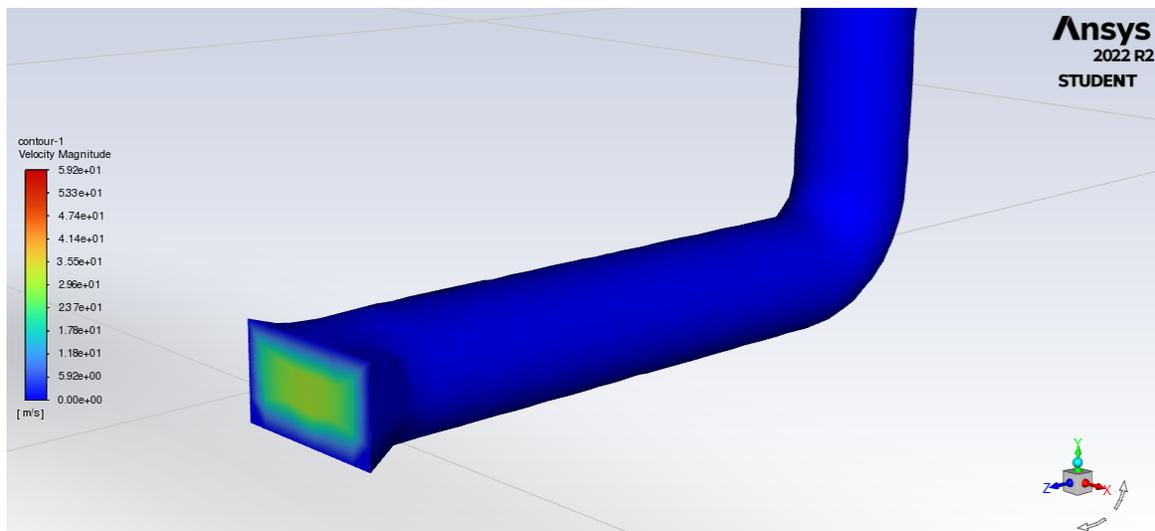


Fig. 16. Simulación ANSYS.

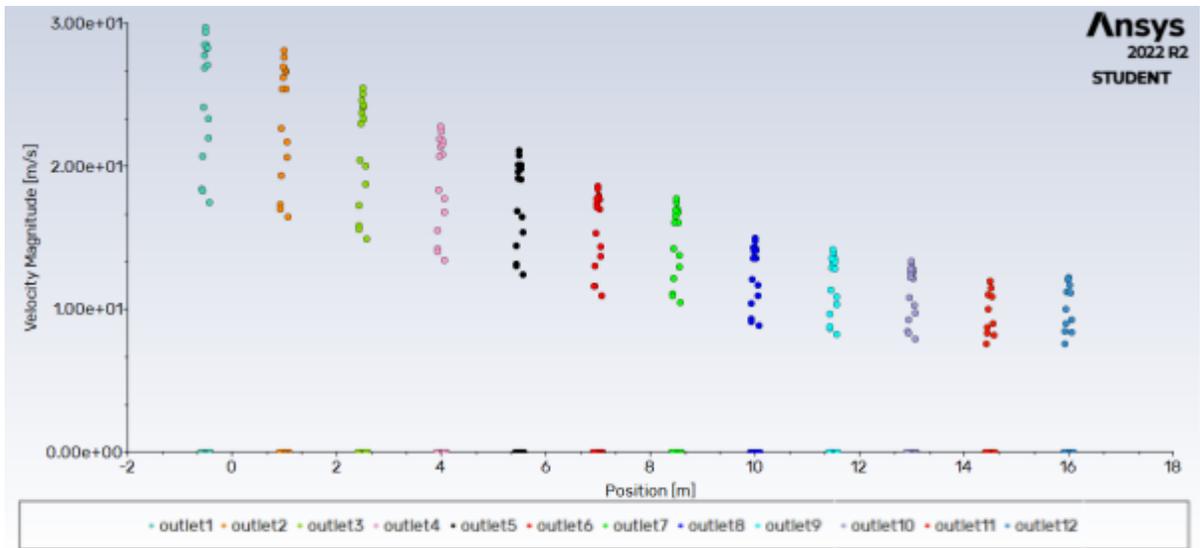


Fig. 17. Magnitud de velocidad promedio ANSYS.

Con los valores de velocidad comprados que están en el rango entregado por ANSYS, es posible determinar el número adimensional de Reynolds para los punto de extracción, con el objetivo de determinar las caídas de presión en todo el trayecto del aire:

$$Re = \frac{\rho V_{prom} D}{\mu} = \frac{\left(1.205 \left[\frac{kg}{m^3}\right]\right) \left(45.6235 \left[\frac{m}{s}\right]\right) (0.305 m)}{1.825 \times 10^{-5} \left[\frac{kg}{m \cdot s}\right]} = 918\,782.3$$

Con el número adimensional Reynold determinamos un flujo turbulento. Haaland proporcionó una relación explícita aproximada para f como:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} \equiv -1.8 \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right] \quad \text{Eq. (5)}$$

Despejando f ,

$$f \equiv \left[\frac{1}{-1.8 \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right]} \right]^2$$

TABLA 8-2

Valores de rugosidad equivalentes para tuberías comerciales nuevas*

Material	Rugosidad ϵ	
	ft	mm
Vidrio, plástico	0 (liso)	
Concreto	0.003-0.03	0.9-9
Duela de madera	0.0016	0.5
Hule, alisado	0.000033	0.01
Tubería de cobre o latón	0.000005	0.0015
Hierro fundido	0.00085	0.26
Hierro galvanizado	0.0005	0.15
Hierro forjado	0.00015	0.046
Acero inoxidable	0.000007	0.002
Acero comercial	0.00015	0.045

* La incertidumbre en estos valores puede ser hasta ± 60 por ciento..

Fig. 18. Valores de rugosidad equivalentes para tuberías comerciales nuevas.

Nota: Tomado del libro de mecánica de fluidos [4].

Luego determinamos que para el hierro galvanizado, que es nuestro caso, la rugosidad vale, $\epsilon = 0.15[mm] = 0.00015[m]$. Con estos datos se determinan los valores de Reynolds y f.

TABLA VII
CÁLCULO DE REYNOLDS Y f

#	Re	f	#	Re	f
R1	786423,697	0,017	L1	340783,602	0,021
R2	677414,472	0,017	L2	303668,556	0,021
R3	577188,406	0,018	L3	267980,331	0,021
R4	485918,079	0,018	L4	233960,557	0,021
R5	403685,789	0,018	L5	201842,894	0,021
R6	330473,253	0,019	L6	171846,091	0,022
R7	266152,955	0,019	L7	144166,184	0,022
R8	210481,993	0,019	L8	118968,083	0,022
R9	170161,190	0,020	L9	110604,773	0,022
R10	128121,366	0,021	L10	104098,610	0,022
R11	78843,918	0,023	L11	78843,918	0,023
			L12	39421,959	0,025

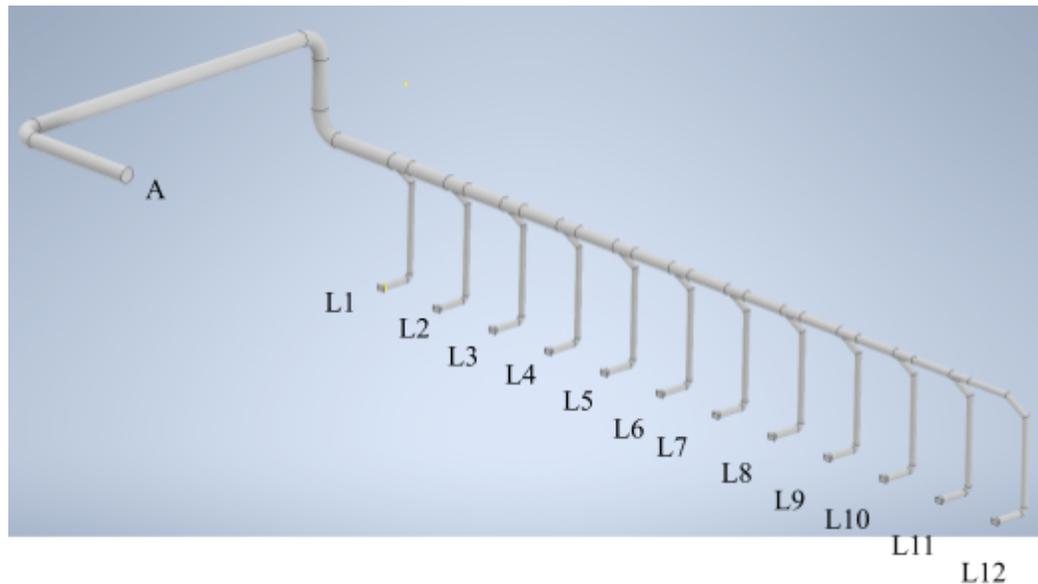


Fig. 19. Esquema global para el cálculo de caídas de presión.

Se plantea la ecuación de la energía para el cálculo de las pérdidas, este debe ser entre el punto A (motor extractor) y cada uno de los puntos de extracción (L1, L2, L3 ...).

$$\frac{P_A}{\rho \cdot g} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} + h_A + h_{Bomba} = \frac{P_B}{\rho \cdot g} + \frac{V_B^2}{2 \cdot g} + h_B + h_{Pérdidas} \quad \text{Eq. (6)}$$

A a L1 (4 tramos rectos y 3 codos): L1, primera salida:

$$\frac{P_A}{\rho \cdot g} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} + h_A = \frac{P_{L1}}{\rho \cdot g} + \frac{V_{L1}^2}{2 \cdot g} + h_{L1} + h_{Pérdidas,1}$$

$h_{Pérdidas}$: Pérdidas en tramos rectos + accesorios:

$$\text{Tramos rectos: } f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Accesorios: } \frac{v^2}{2g} k$$

El primer tramo va desde el punto A hasta el primer punto de extracción, se muestran 6 tramos rectos, 4 codos y un acceso tipo T a 30°. Par los factores k , se usan las tablas de pérdidas en el libro de Mecánica de fluidos [4].

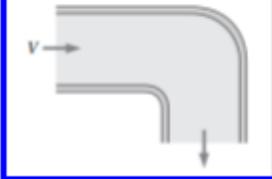
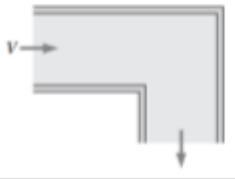
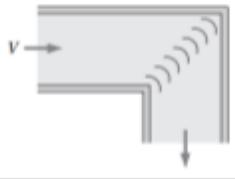
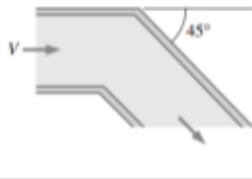
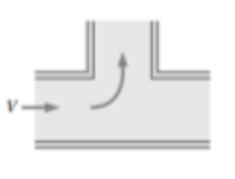
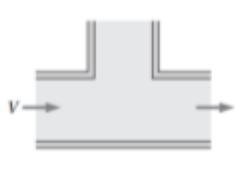
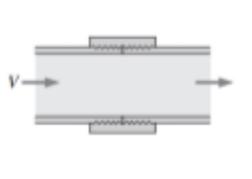
TABLA 8-4 (CONCLUSIÓN)			
Codos y ramificaciones Codo suave de 90°: Embridado: $K_L = 0.3$ Roscado: $K_L = 0.9$ 	Codo esquinado de 90° (sin álabes directores): $K_L = 1.1$ 	Codo esquinado de 90° (con álabes directores): $K_L = 0.2$ 	Codo roscado de 45°: $K_L = 0.4$ 
Codo de retorno de 180°: Embridado: $K_L = 0.2$ Roscado: $K_L = 1.5$ 	Conexión en T (flujo deriv.): Embridado: $K_L = 1.0$ Roscado: $K_L = 2.0$ 	Conexión en T (flujo en línea): Embridado: $K_L = 0.2$ Roscado: $K_L = 0.9$ 	Unión roscada: $K_L = 0.08$ 
Válvulas Válvula de globo, totalmente abierta: $K_L = 10$ Válvula de ángulo, totalmente abierta: $K_L = 5$ Válvula de bola, totalmente abierta: $K_L = 0.05$ Válvula de charnela: $K_L = 2$			
Válvula de compuerta, totalmente abierta: $K_L = 0.2$ cerrada: $K_L = 0.3$ cerrada: $K_L = 2.1$ cerrada: $K_L = 17$			
<small>* Ésos son valores representativos para coeficientes de pérdida. Los valores reales dependen principalmente del diseño y la fabricación de los accesorios y pueden diferir considerablemente de los valores dados (en especial para las válvulas). En el diseño final se deben usar los datos reales del fabricante.</small>			

Fig. 20. Factores k , para diferentes accesorios.

Nota: Tomado del libro de mecánica de fluidos [4].

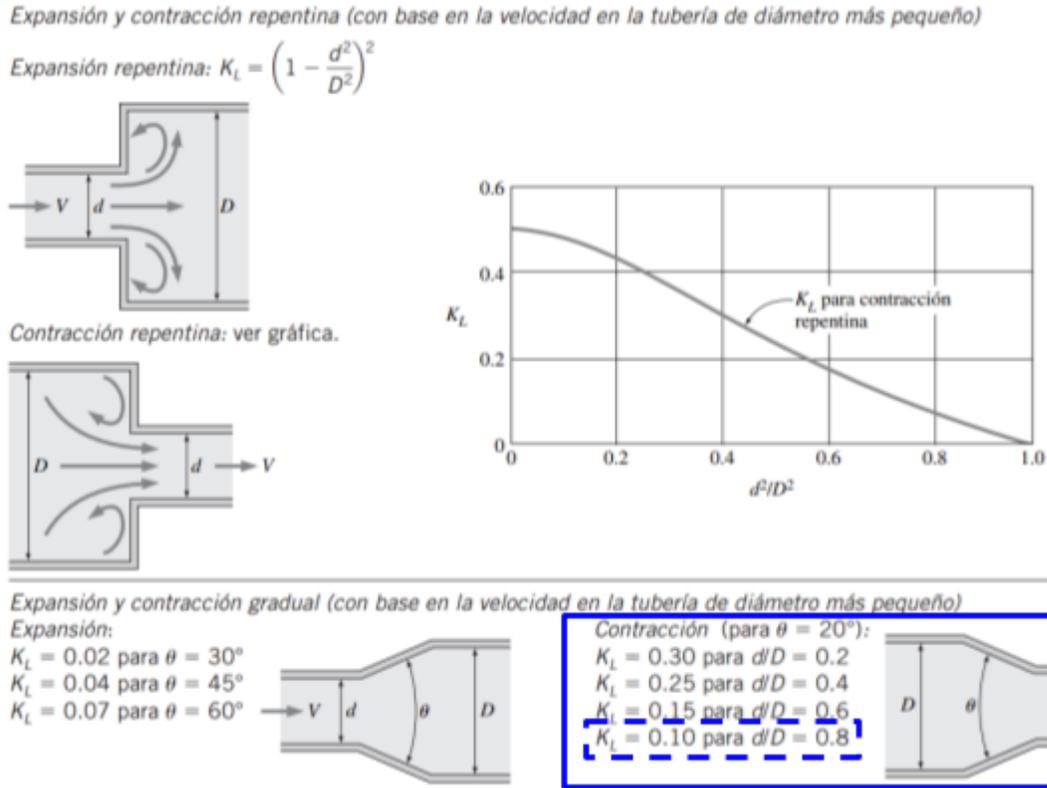


Fig. 21. Factores k , para diferentes accesorios de contracción y expansión.

Nota: Tomado del libro de mecánica de fluidos [4].

$$h_{Pérdidas,1} = f \frac{L: \{Longitud de los diferentes tramos\}}{D} \frac{v^2}{2g} + 4 \left[\frac{v^2}{2g} k \right] + \frac{v^2}{2g} k$$

$$h_{Pérdidas,1} = 0.017 \frac{(2.5+7+1+1.5)}{0.305} \frac{45.62^2}{2*9.81} + 0.017 \frac{(1.8+0.6)}{0.130} \frac{39.702^2}{2*9.81} + 3 \left[\frac{45.62^2}{2*9.81} 0.3 \right] + \frac{39.702^2}{2*9.81} 0.3 + \frac{39.702^2}{2*9.81} 0.1$$

$$h_{Pérdidas,1} = 70.95[m] + 25.21[m] + 95.46[m] + 24.1[m] + 8.033[m]$$

$$h_{Pérdidas,1} = 223.75[m]$$

Con las pérdidas en el primer tramo, se procede a hallar las pérdidas de presión en este tramo:

$$\frac{P_A}{\rho * g} + \frac{V_A^2}{2 * g} + h_A = \frac{P_{L1}}{\rho * g} + \frac{V_{L1}^2}{2 * g} + h_{L1} + h_{Pérdidas,1}$$

$$\frac{P_A}{\rho * g} + \frac{V_A^2}{2 * g} + h_A - \frac{V_{L1}^2}{2 * g} - h_{L1} - h_{Pérdidas,1} = \frac{P_{L1}}{\rho * g}$$

$$\frac{P_{L1}}{\rho * g} = \frac{P_A}{\rho * g} + \frac{V_A^2}{2 * g} + h_A - \frac{V_{L1}^2}{2 * g} - h_{L1} - h_{Pérdidas,1}$$

$$P_{L1} = P_A + \frac{v_A^2 * \rho}{2} + h_A * \rho * g - \frac{v_{L1}^2 * \rho}{2} - h_{L1} * \rho * g - h_{pérdidas,1} * \rho * g \quad \text{Eq. (7)}$$

$$P_{L1} = 490,3325[Pa] + \frac{45.62^2 * 1.205 \left[\frac{kg}{m^3} \right]}{2} + 4.18[m] * 1.205 \left[\frac{kg}{m^3} \right] * 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] -$$

$$\frac{39.702^2 * 1.205 \left[\frac{kg}{m^3} \right]}{2} - 0 - 223.75[m] * 1.205 \left[\frac{kg}{m^3} \right] * 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$P_{L1} = -1801[Pa]$$

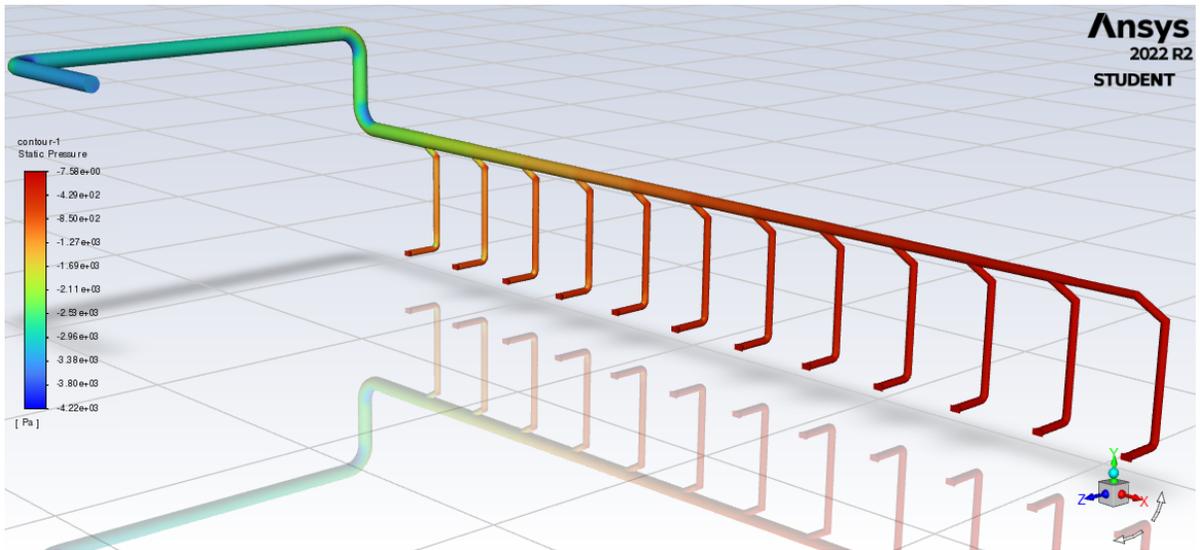


Fig. 22. Contorno de pérdida de presión estática promedio ANSYS.

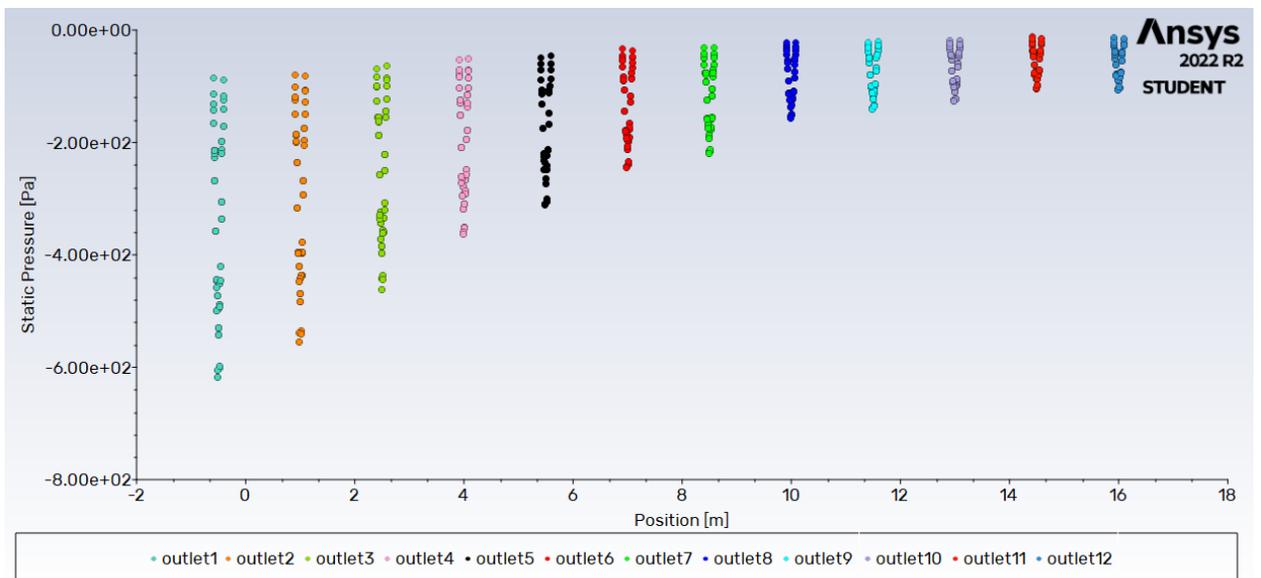


Fig. 23. Presión estática promedio ANSYS.

Se evidencia una caída de presión mayor a medida que el fluido tiene que llegar más lejos a los puntos de extracción, es natural debido al aumento de la distancia a la cual tiene que llegar, ya que aumenta las longitudes afectado la Eq. (7) que es la caída presión producida por cada punto de extracción que parte de la Eq. (6) ecuación de la energía.

Inversión

La alternativa propuesta es discutida con proveedor directo de Renault-Sofasa, el cual es Construelectricos, el cual plantea sus análisis y presenta propuesta de inversión para realizar el trabajo, \$10'686.900 COP, es el costo de inversión según el proveedor .

Gasto actual: 51'100 660 COP/año
Inversión: 10'686 900 COP
Año 1:
- 5'299 400 COP/año
- 10'686 900 COP
Ganancia: 35' 114 360 COP
Año 2:
- 5'299 400 COP/año
Ganancia: 45' 801 260 COP

Fig. 24. Propuesta de inversión.

Es de resaltar que comparando el consumo actual y la inversión necesaria, esta inversión se saldará a partir del primer año de uso, y a partir de los años venideros el consumo será de \$5'299.400 COP por año.

V. RESULTADOS

Es de resaltar la exactitud de los resultados obtenidos por métodos tradicionales, contra el uso de ANSYS para alcanzar valores similares en pérdidas de presión y velocidad final, dando mayor certeza de la veracidad de los resultados y sobre todo su gran utilidad y facilidad de uso, que permite agilizar procesos teóricos.

	D [mm]		A [m ²]		Q [m ³ /s]		V[m/s]	Re		f	
	Principal	Línea	Principal	Línea	Principal	Línea	Línea Ext	Principal	Línea Ext	Principal	Línea Ext
A	305	-	0,07306	-	3,333	-	45,624	918783,533		0,017	
1	300	130	0,07069	0,01327	2,806	0,527	39,702	786423,697	340783,602	0,017	0,021
2	290	130	0,06605	0,01327	2,337	0,470	35,378	677414,472	303668,556	0,017	0,021
3	280	130	0,06158	0,01327	1,922	0,414	31,220	577188,406	267980,331	0,018	0,021
4	270	130	0,05726	0,01327	1,561	0,362	27,257	485918,079	233960,557	0,018	0,021
5	260	130	0,05309	0,01327	1,248	0,312	23,515	403685,789	201842,894	0,018	0,021
6	250	130	0,04909	0,01327	0,983	0,266	20,020	330473,253	171846,091	0,019	0,022
7	240	130	0,04524	0,01327	0,760	0,223	16,796	266152,955	144166,184	0,019	0,022
8	230	130	0,04155	0,01327	0,576	0,184	13,860	210481,993	118968,083	0,019	0,022
9	200	130	0,03142	0,01327	0,405	0,171	12,886	170161,190	110604,773	0,020	0,022
10	160	130	0,02011	0,01327	0,244	0,161	12,128	128121,366	104098,610	0,021	0,022
11	130	130	0,01327	0,01327	0,122	0,122	9,185	78843,918	78843,918	0,023	0,023
12	130	130	0,01327	0,01327	0,061	0,061	4,593	39421,959	39421,959	0,025	0,025

Fig. 25. Resultados por cálculo tradicional.

Los resultados concluyen en el aprendizaje de la importancia de los conceptos teóricos para la aplicación en el mundo industrial, la concreción de proyectos depende de la calidad y soporte teórico de lo que se desee lograr, por ende estar siempre al tanto y dispuesto a aprender permite estar en capacidad de ser competente aplicando buenas dinámicas de aprovechamiento el tiempo.

La implementación de los sistemas de extracción en la industria son referentes de salud, calidad medio ambiental y costos, factores ponderantes en la calidad de los procesos industriales, implementar estrategias que permitan sistemas acordes a las necesidades mantendrá un buen espacio de trabajo y ser competente a nivel industrial.

VI. ANÁLISIS

Los sistemas de extracción son necesarios en la industria, sobre todo en la industria cambiante es un reto mantener los sistemas, pero implementando buenas estrategias de gestión es posible lograr mantener en óptimas condiciones la industria, por ende los sistemas de gestión son de vital importancia para mantener un excelente espacio de trabajo.

VII. CONCLUSIONES

Los objetivos no se cumplieron completamente, puesto que este trabajo solo se logró a un nivel teórico, sin embargo no se logra la intervención al sistema real de la planta, queda planteado todo el estudio técnico recopilado en este documento para futuras consultas y llegar a una posible implementación con todos los ítems pertinentes.

La industria como un espacio retador enseña habilidades para la vida, pero que lo más importante son sus personas, cuidar de ellas representa a un nivel global, ser y generar un espacio para motivar el bien común que guíe un buen futuro para todos, y uno de sus ítems son los extractores como calidad en los puestos de trabajo.

Hablando personalmente, logré mi primer acercamiento a la gran industria automotriz, un paso que es de resaltar en mi carrera como ingeniero mecánico, hago especial hincapié en la importancia de espacios retadores para futuros ingenieros como una conclusión para una vida con objetivos y en constante crecimiento. De antemano muchas gracias Renault Sofasa por permitir formar ingenieros con buen carácter.

REFERENCIAS

- [1] Renault Sofasa, 24 junio de 2022, Wikipedia. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Renault_Sofasa
- [2] Contaminantes durante el proceso de Soldadura, *BF México soldadura - automatización - robótica*, 25 de octubre 2017, BF México. Disponible en: <https://bfmx.com/soldadura/contaminantes-proceso-soldadura/>
- [3] Extractores de humo: componentes y funciones. 29 de abril de 2019, publicado por S & P. Disponible en: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/extractores-humo/>
- [4] Yunus A. Çengel, John M. Cimbala, “MECÁNICA DE FLUIDOS, fundamentos y aplicaciones”, 1ra edición, University of Nevada, Reno, Mc Graw Hill, 2006, Disponible: <http://ebooksacademicos.blogspot.com/2014/01/mecanica-de-fluidos-fundamentos-y.html>
- [5] E. Leguizamón, O. Restrepo Padilla “Reglamento técnico para humos metálicos de soldadura”, 2002. Disponible en: <https://www.libertycolombia.com.co/sites/default/files/2019-07/Reglamento%20tecnico%20para%20humos%20metalicos%20de%20soldadura.pdf>
- [6] EL SOLDADOR Y LOS HUMOS DE SOLDADURA, Mayo 2009, OSALAN. Disponible en: <https://www.siliceysalud.es/wp-content/uploads/2019/10/El-Soldador.pdf>
- [7] Anexo 1 - EM34SO775_A_EN - Suction of welding fumes.pdf - Renault standards

ANEXOS

En los anexos se incluye material complementario que apoya el trabajo final, como lo son las normas Renault. A continuación el Anexo 1.



Suction of welding fumes

EM34.SO.775 /A

Standard

Status **Applicable**

IMPORTANT NOTE : This document has been translated from French. In the event of any dispute, only the French version is referred to as the reference text and is binding on the parties

Scope Scope of application: design and production of welding-fume collection devices (fume cupboards or extractors built in to the facility only)

NOTE TO USERS

This document was technically revalidated by Dept. 65304 in January 2005

Scope Renault Group

Issued by Body Engineering and Painting

Confidentiality Not confidential

<i>Approved by</i>	<i>Position held</i>	<i>Signature</i>	<i>Application date</i>
M. TREBEDEN	Head of Department		12/1997

Version history

<i>Version</i>	<i>Updated</i>	<i>Summary of the main modifications</i>	<i>Written by</i>
A	12/1997	First issue	(1)

Replaces

Availability Department 65931 - Equipment Standardization
 Fax: 01 34 95 81 79 Tel: 01 34 95 82 10
 E-mail: norminfo.moyens@renault.com

Reference documents

Regulations :
 International :
 European :
 French :
 CNOMO :
 Renault :
 Other internal docs. :
 Other external docs. :

Coding ICS: 13.040.30; 91.060.40

Class E34

Key words soudage, environnement, écologie, acoustique, niveau sonore, bruit, welding, ecology, acoustics, sound level, noise

Language English

(1) *The following people contributed to the drafting of this document*

Site	Dept.	Name	Site	Dept.	Name

Contents

	Page
1 General points.....	4
1.1 Reminder of regulations	4
1.2 Implications of the regulations.....	4
1.3 Scope of application	4
1.4 Basic hypotheses for the design	5
1.5 Definition of subcontracted services	5
2 Design and execution.....	6
2.1 Design principles	6
3 Noise level.....	9
4 Maintenance.....	9

1 General points

1.1 Reminder of regulations

- Law L231-2
 - Decree D.84-1093 of December 7, 1984
 - Decree of October 9, 1987
 - Circular dated May 9, 1985
 - Decree of October 8, 1987
- Law L 235-1
 - Decree D.84-1094 of December 7, 1984

1.2 Implications of the regulations

- Objectives:
 - Clean air to preserve the health of workers.
 - Dust-concentration limit values.
- Minimum obligations:
 - The collection of welding fumes is part of the perimeter entitled "premises with specific sources of pollution".
- Monitoring of facilities:
 - Performance of any checks and measurements recommended by the health and safety inspector in application of article R 232-5-10:
 - Checking of the facilities and preservation of initial level of performance by the Site Manager.

1.3 Scope of application

The principles adopted by Depts 60307 and 0714 concerning welding-fume suction facilities are based on legal levels of pollution (Article R 232-5-5 of the French labour code).

Pre-coated metals:

Department 0714 confirms that, with an identical process, this type of sheet produces no more pollution than a bare resistance-welded sheet.

Consequently: no suction will be provided specifically for this type of sheet;

Choice of collection facilities:

Installation of a specific fume-suction system for manual and automatic GMAW (**G**as **M**etal **A**rc **W**elding) facilities from production start-up onwards.

RESISTANCE WELDING: low fume emissions

- Automatic resistance welding: No suction
- Manual resistance welding: No suction

Any request for a specific suction system must be justified by a toxicological reading and a report validated by Dept 0714.

BRAZE-WELDING ---> high fume emissions

- **Workstations provided in the procedure:** in general, operations on existing manual finishing lines already equipped with suction facilities (operations in GMAW areas). If a new line is installed, provide fume suction devices.
- **Reworking/touch-up stations:** Same as for GMAW.

NEW PROCESSES

The appropriateness of installing a specific suction device will be studied on a case-by-case basis, before the works are carried out and department 0714 gives its opinion. The "rules" set out above could be **adapted** to ensure compatibility with other factors, such as:

- Presence of residual welding fumes
- Presence of oil on the parts.

Note:

No oil: **low** fume emissions
A lot of oil: **high** fume emissions

1.4 Basic hypotheses for the design

- The air speed in the suction ducts must be 14 m/s.
- The suction speed on the gas-metal arc welding stations must never exceed 0.5m/s at the weld spots
- The flow and the pressure loss must be limited to the minimum necessary.

1.5 Definition of subcontracted services

- The supplier shall study the welding-fume collection system on his facility, taking into account all relevant parameters, such as the environment of the machine, maintenance, repairs, etc.
- The study, the creation and the installation of equipment shall be included.
- The connections to the duct network shall be situated outside the volume of the machine (not part of the service).
- The supplier shall submit a dimensional drawing to Renault, on which the following information is indicated for each fume collector:
 - The flow in m³/h.
 - The air speed in m/s in the duct to be connected.
 - Pressure drop in mm/CE.
 - The connection position, expressed in X,Y and Z in relation to the pillar numbers.
 - Details of connection to the ducts.
- The suction unit and the transport networks are the responsibility of RENAULT.

2 Design and execution

2.1 Design principles

- The purpose of the facility is to reduce pollution to the lowest possible level.
- The design of the ventilation system is affected by a number of technical, financial, energy-related and human factors.
- The design includes:
 - The workstation
 - The collection system
 - The transport network

2.1.1 Workstation

The workstation must be designed in compliance with production imperatives and ergonomic requirements (layout, dimensions, sound level).

2.1.2 Collection system

The ventilation technique used is suction at source (the general ventilation system for the building is not subject to this standard).

The basic principles involved are as follows:

- Surround the fume-emission area as much as possible.
- Collect the fumes as close to their source as possible.
- Position the suction device so that the operator is not between it and the source of the fumes.

On automatic welding machines:

- Vertically (without a manual operator)
 - Above the source of welding-fume emissions - suction by fume cupboard. If insufficient, semi-rigid flaps may be installed.
 - Below the source of welding-fume emissions - suction by open duct included in the assembly (assembled flat, welded from above, handling movements, welding equipment raised and lowered).
- Vertically (with a manual operator)
 - Above the source of welding-fume emissions: if there is a safety component forming a screen, in accordance with the workstation setup.
- Horizontally (with or without a manual operator)
 - Behind the source of the emissions (opposite the operator)
 - To the side(s) of source of the emissions

On manual welding machines:

- Vertically:
 - Above the source of the emissions: PROHIBITED
 - Below the source of the emissions: POSSIBLE
- Subject to:
 - The flow rates required
 - The screens created by the welded parts
 - Accessibility for maintenance
 - Accessibility of the manual welding tool
- Horizontally:
 - Behind the source of the emissions (opposite the operator)
 - To the side(s) of source of the emissions

2.1.3 Nature and contents of ducts

- The ducts are made of galvanized steel sheet (275g/m²).
- The round ducts are roll-welded or roll-clipped onto a generator; the assembly is carried out using turning or welded clamps.
- The duct clips and weld spots are airtight.
- The rectangular, square or trapezoid ducts are folded and welded or folded and clipped in the corners; the assembly is done using pre-manufactured frames, or ears in the case of retail profiles; the frames are spot-welded.
- The duct sheets are perfectly flat. The sheet metalwork drawings are studied with care to ensure a shape allowing for correct air circulation and an aesthetically-pleasing external appearance.
- To avoid sheet vibrations, stiffeners must be placed on the external walls of the ducts and pot shells; they are calculated by the builder on the basis of stresses, or installed in the necessary places, during commissioning. In certain cases, they are placed inside the ducts; in these cases, they shall have tubular cross-sections to limit pressure losses and increases in the sound level.
- The stiffeners are made of folded galvanized sheet or retail profiles.
- The diamond points are used to stiffen the pot shells and ducts with a parallelepiped cross-section. The points are orientated inwards for suction.
- The clamps and frames are assembled using bolts fitted with "GROWER"-type washers or similar washers located on the outside of the duct.
- The distribution and the diameters of the bolts must ensure proper tightening of the joint and the seal (acrylic mastic or saturated silicone).
- In some cases, the components are assembled using casing-in, with sufficient coverage to prevent leaks (mounting with self-tapping screws or "POP" rivets).

2.1.4 Extractors and fume cupboards

- These parts must be studied with great care, as their shape has a significant effect on suction and air balance performance.
- Protection and assembly of the extractors and fume cupboards is exactly the same as for the ducts.
- The slope of these parts with respect to the duct axis must be no more than 30°.
- All fume cupboards or suction extractors are fitted with a removable grille (20 X 20 X 2) at their base or at the duct inlet.
- Large extractors and fume cupboards are fitted with an interior lining measuring 30 X 30 X 3 (with ears) at their base.
- For extractors and fume cupboards situated at operator height, provide a protective strip made of rot-proof foam/rubber or another system to protect operators from cuts and blows.
- When the environment does not allow the extractor or fume cupboard to get close enough to the weld spots, a flexible, translucent flap must be provided (minimum thickness 3mm), to compensate for this distance. The speed and flow rate shall be calculated at the lowest point of the flexible flap.
- The flap shall be mounted using a clamp so as to allow quick replacement without tools. The flap shall be cut out during commissioning if necessary.
- The lowest point of the flap shall have the same cross-section as the extractor or fume cupboard it supports. It shall be rot-proof and non-flammable, and its thickness must ensure air speed stability; the movement of this flap must not cause additional pressure losses.
- If the extractors or fume cupboards are connected to a moving component, provide flexible tubing. This must be suitable for the industrial usage conditions and be 10% longer than the movement distance. The tubing must be flame-retardant and belong to category M1.

- In the case of "small" extractors, in order to bring them closer to the emission point, the extractors or fume cupboards shall be connected using self-supporting metallic hoses ("FUMINOX" or similar).

Thicknesses of sheets and profiles to use:
As a function of duct dimensions

Duct diameter	Longest side of rectangular duct	Sheet thickness	Clamp profiles	Frame profiles
150 to 300	150 to 500	10 /	flat 30 x 3 or L 30 x 30 x 3	L 30 x 30 x 3
305 to 800	505 to 1000	12 /	flat 40 x or L 40 x 40 x 4	L 40 x 40 x 4
>	> 1005	15 /	flat 50 x or L 50 x 50 x 5	L 50 x 50 x 5

3 Noise level

- Extract from circular of 9 May 1985, Art. R 235-7
"The acceptable sound levels for ventilation equipment depend on the activities being performed. As a general rule, the operation of the ventilation equipment must not increase the average ambient sound level by more than 2 dBA, unless the sound level generated by these facilities does not exceed 50dBA. These levels are measured from workstation operator positions.l."
- As a standardization measure, the sound level of the ventilator, when connected (as is the case for the whole facility) must not exceed **70 dBA at a distance of 3 m**.

4 Maintenance

All maintenance operations comply with the decree of October 8 1987.

- Nature of operations (replacement, cleaning, checking, measurement,etc.)
 - Location of operations
 - Frequency and regularity
 - Recommended methods, other instructions.